PROJETO BASICO

ÍNDICE

GLOSSÁRIO (siglas e acrônimos) 4
NORMAS TÉCNICAS 5
1. INTRODUÇÃO 6
2. ESCOPO DO PROJETO DE AUTOMAÇÃO 6
2.1 Implementação do Sistema de Automação 7
3. Descrição Geral 7
4. Arquitetura do Sistema de automação 8
5. DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES 9
5.1 EE Captação (UTR-1): 9
5.2 ETA Aracati (UTR-2): 16
5.3 Câmeras de saturação (UTR-3): 24
6. Principais Diretrizes operacionais 34
6.1 Modos de Operação das Estações elevatórias 34
6.2 Estações de Bombeamento da captação 35
6.3 Estações de Bombeamento de Pedregal 36
6.4 Sistemas de automação das câmeras de saturação 36
7. Estudos dos enlaces de transmissão de dados 37
8. Descrição dos equipamentos e programa aplicativo 43
8.1 Unidades Terminais Remotas - UTR 44
8.2 Controladores lógicos programáveis – CLP 44
8.3 Sistemas de comunicação 45
8.4 Programas aplicativo da IHM principal 46
9. Serviços de instalação 49
9.1 Condições Gerais 50
9.2 Aterramento 51
9.3 Equipamentos reservas 51
10. TESTES 51
11. GARANTIA 52
12. ASSISTÊNCIA E SUPORTE TÉCNICO 52
13. CRONOGRAMA DE FORNECIMENTO 53
14. DOCUMENTAÇÃO 54

15. TREINAMENTO *54*

GLOSSÁRIO (SIGLAS E ACRÔNIMOS)

CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CECOP	Centro de Controle Operacional
CLP	Controlador lógico programável
CCM	Centro de comando de motores
CP	Canal Principal
CREA	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
CRC	*Cyclic Redundancy Check*
DPS	Dispositivo de proteção contra surtos
EEC	Estação Elevatória da captação
IED	Dispositivos Eletrônicos Inteligentes
IEEE	*Institute of Electrical and Electronic Engineers*
IHM	Interface homem-máquina
ETA	Estação de Tratamento de água
LCD	Display de Cristal liquido (*Liquid Crystal Display)*
LED	Diodo emissor de luz (*Light-Emitting Diode)*
MODEM	Modulador-Demodulador
OSI	*Open Systems Interconnection*
P&I	Processo e instrumentação
QA	Quadros de Automação
QGBT	Quadro geral de baixa tensão
RAP	Reservatório Apoiado
REL	Reservatório Elevado
RFI	*Radio Frequency Interference*
SCADA	Aquisição de dados para supervisão e controle (*Supervisory Control and Data Acquisition)*
SDCD	Sistema Digital de Controle Distribuído
STD	Sistema de Transmissão de Dados
STP	Cabo com par trançado blindado (*Shielded Twisted-Pair)*
TCP-IP	*Transmission Control Protocol - Internet Protocol*
UPS	Fonte ininterrupta de energia (*uninterruptible power supply)*
UTR	Unidade terminal remota
WLAN	*Wireless Local Area Network*

NORMAS TÉCNICAS

As normas técnicas específicas das instituições a seguir relacionadas devem ser aplicadas para os serviços, equipamentos e acessórios constantes deste documento:

INMETRO- Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR5410, NR10, NBR8190)
ISA – *The international society for measurement and control* (S5.1)
IEC - *International Eletrotechinical Comission* (60439-1, 61131-3)
ISO - *International Standards Organization* (ISO 9000: 2008)
ANSI - *American National Standards Institute*
NEMA - *National Electrical Manufactures Association*
IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers
ASTM - *American Society for testing and Materials*

1. INTRODUÇÃO

Este memorial descritivo tem como objetivo descrever as soluções para implementação do **SISTEMA de AUTOMAÇÃO** DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUA DE ARACATI, bem como suas interfaces com os equipamentos de campo que fazem parte direto ou indiretamente do sistema.

A automação proposta é uma solução baseada em um Sistema Digital de Controle Distribuído (**SDCD**), que é bastante adequada para processos geograficamente distribuídos. O **SDCD** será gerenciado por um programa aplicativo a ser instalado em uma interface Homem-Máquina (**IHM**) e terá algumas funções de um software tipo **SCADA** (*Supervisory control and data acquisition*). Este aplicativo permitirá ao operador navegar de forma interativa através de telas representativas da arquitetura geral do sistema.

2. ESCOPO DO PROJETO DE AUTOMAÇÃO

O **SISTEMA de AUTOMAÇÃO** tem como escopo atender às necessidades de monitoramento, controle e operação, telemedição e telecomando das instalações hidráulicas e elétricas do sistema de captação, monitoramento do sistema de cloração, controle dos tanques de saturação e armazenamento de água da Estação de Tratamento de água (**ETA**) de Aracati. Serão monitoradas e registradas as vazões instantâneas e acumuladas de entrada (água bruta) e saída de água tratada. Câmeras de vigilância também farão parte do sistema e compartilharão meios de transmissão de dados.

A automação contribuirá para reduzir as perdas de água e energia, prolongar a vida útil dos equipamentos e das instalações, permitindo a rastreabilidade dos eventos e dados e possibilitando uma visão sistêmica para garantir uma programação adequada da operação, manutenção preventiva, preditiva e corretiva de todas as partes que compõem o sistema.

Todas as soluções apresentadas nesse documento foram elaboradas baseadas nos seguintes princípios:

- Utilização de tecnologias atuais e adequadas ao tipo de aplicação;
- Segurança e a operacionalidade do sistema;
- Adequação às instalações eventualmente existentes;
- Adequação às necessidades da aplicação;
- Facilidades para ampliações futuras;
- Relação custo x benefício dos dispositivos e equipamentos aplicados na implementação e na operação do sistema.
- Disponibilidade e robustez necessárias para esse tipo de sistema

2.1 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO

A empresa responsável pela implementação do sistema de automação terá como escopo mínimo os seguintes itens:

- Elaboração da revisão do projeto executivo e da documentação como construído ("*as built*") do Sistema de automação atendendo todas as especificações deste projeto;
- Fornecimento de todos os sistemas operacionais, programa SCADA, aplicativos de baixo e alto nível que atendam ao projeto;
- Fornecimento de todos os equipamentos que atendam as especificações deste projeto;
- Serviços de engenharia de que atendam a solução proposta;
- Adequações nos diagramas e painéis elétricos para permitir o controle e monitoramento nos seguintes quadros de comando: elevatória da captação; elevatória de Pedregal; compressores; câmeras de saturação e bombas de cloração.
- Teste em fábrica de todos os equipamentos;
- Fornecimento de toda a documentação dos equipamentos e programas fornecidos, incluindo, os códigos fontes e licenças dos programas, de forma a permitir a manutenção e possibilitar novos desenvolvimentos por parte da equipe técnica da Cagece;
- Fornecimentos de equipamentos e peças sobressalentes;
- Treinamentos de manutenção e operação relativos aos principais equipamentos e programas instalados;

3. DESCRIÇÃO GERAL

A solução proposta visa atender às necessidades de automação do sistema de captação de água bruta da **CAGECE** no município de Aracati.

A concepção geral do projeto compreende os seguintes sistemas:

- Automação da Estação Elevatória da captação (**EEC**), localizada no canal de captação do sistema de bombeamento do "Canal do Trabalhador" no leito do rio Jaguaribe, que recalcará, através da utilização de três moto-bombas de eixo vertical, com previsão de instalação futura de mais uma bomba, até um reservatório elevado (**REL**) localizado na estação de tratamento de água de Aracati;
- Medição do nível do **REL** e dos Reservatórios Apoiados (**RAP**);
- Medição de vazão de chegada de água bruta e vazão de água tratada de saída (Aracati e Pedregal);
- Automação das duas câmaras de saturação de água;
- Monitoramento do sistema de cloração da **ETA**.

Cada subsistema será composto essencialmente por um Quadro de Automação (QA) que abriga um Controlador Lógico Programável (CLP), rádio-modem, switchs, sistemas de alimentação etc. Essa estrutura completa será chamada simplesmente de UTR(Unidade Terminal Remota). As UTRs serão responsáveis pela aquisição de dados e controle dos conjuntos moto-bombas ou câmeras de saturação, como descrito nas seções subseqüentes, e enviarão/receberão dados para a IHM central, que concentrará informações de todas as UTRs. Essa IHM central será responsável pela interface de todo o sistema com os usuários (operadores), através de telas interativas que representarão todo o sistema. Além das informações das estruturas hidráulicas, o sistema de automação fará o monitoramento dos principais parâmetros do sistema elétrico, status dos conversores de frequência (inversores), partida suave eletrônica *(Soft Starter*) e grandezas elétricas.

4. ARQUITETURA DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO

O Sistema de automação terá uma arquitetura não hierárquica baseado em um Sistema Digital de Controle Distribuído (**SDCD**) tendo a **UTR-2,** localizada na estação elevatória de Pedregal, instalada na **ETA**, como estação principal. Esta estação se comunicará diretamente com a **UTR-1** (captação) via rádio-modem e com os demais quadros de automação via Rede **TCP-IP/ETHERNET** utilizando cabeamento categoria 6 blindado. Esta **UTR** (2) estará ligada ao roteador da CAGACE localizado em Itaiçaba utilizando dispositivos de rede local sem fios (**WLAN**) baseados no padrão **IEEE** 802.11a/b/g/n (*Wi-Fi* de 5,8 GHz). O monitoramento em tempo real do sistema será realizado através de uma Interface Homem-Máquina, localizada no laboratório (também na área da ETA). Além do monitoramento, essa IHM servirá para parametrização do sistema e para as atividades de rastreamento de eventos e falhas, manutenção e planejamento. Na Figura 4.1 é mostrada uma visão geral simplificada do sistema. Os estudos de visada dos enlaces serão mostrados na seção 7.

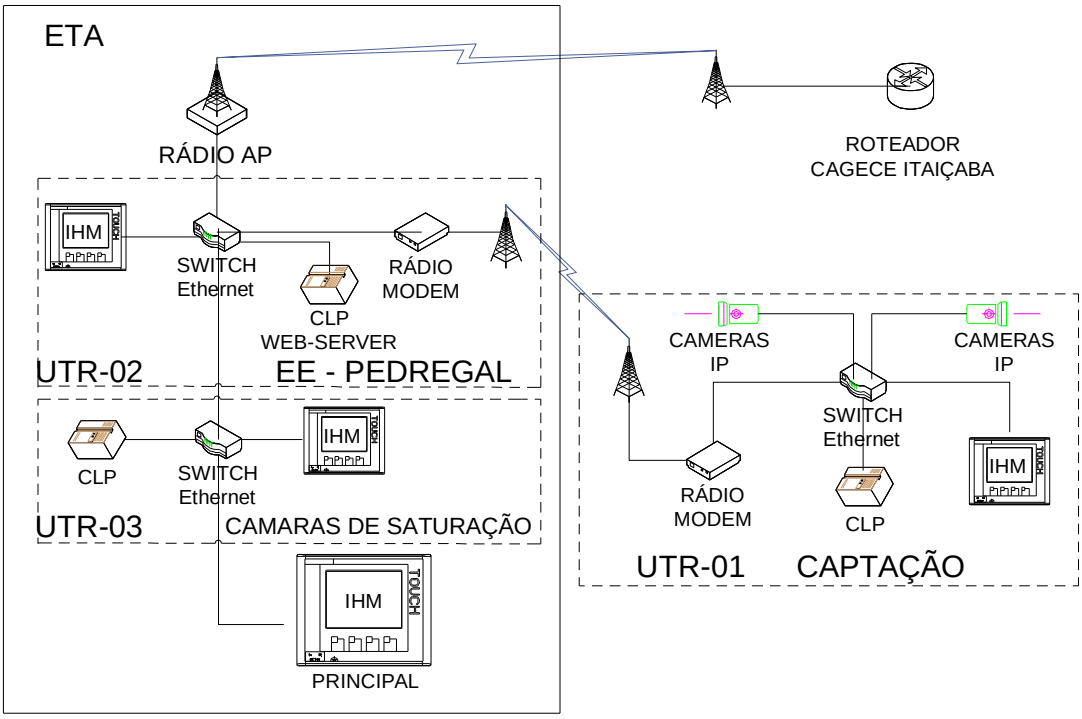


Figura 4.1: – Arquitetura do sistema de comunicação

A **IHM** principal fornecerá, através do seu programa aplicativo de supervisão, uma visão global de todo o sistema. O aplicativo permitirá, através de suas telas, uma interface amigável entre os operadores e o sistema hidráulico, possibilitando a aquisição de dados históricos de alarmes e eventos das condições de operação. A estação elevatória da captação e a estação elevatória de Pedregal serão dotadas de sensores de presença. Todos os QAs terão sensores de abertura de porta e alarme sonoro monitorados através da IHM principal.

A UTR-3 fará o controle das duas câmeras de saturação e monitoramento da cloração.

5. DESCRIÇÃO DAS UTR

A seguir serão apresentadas as principais funções das **UTRs**.

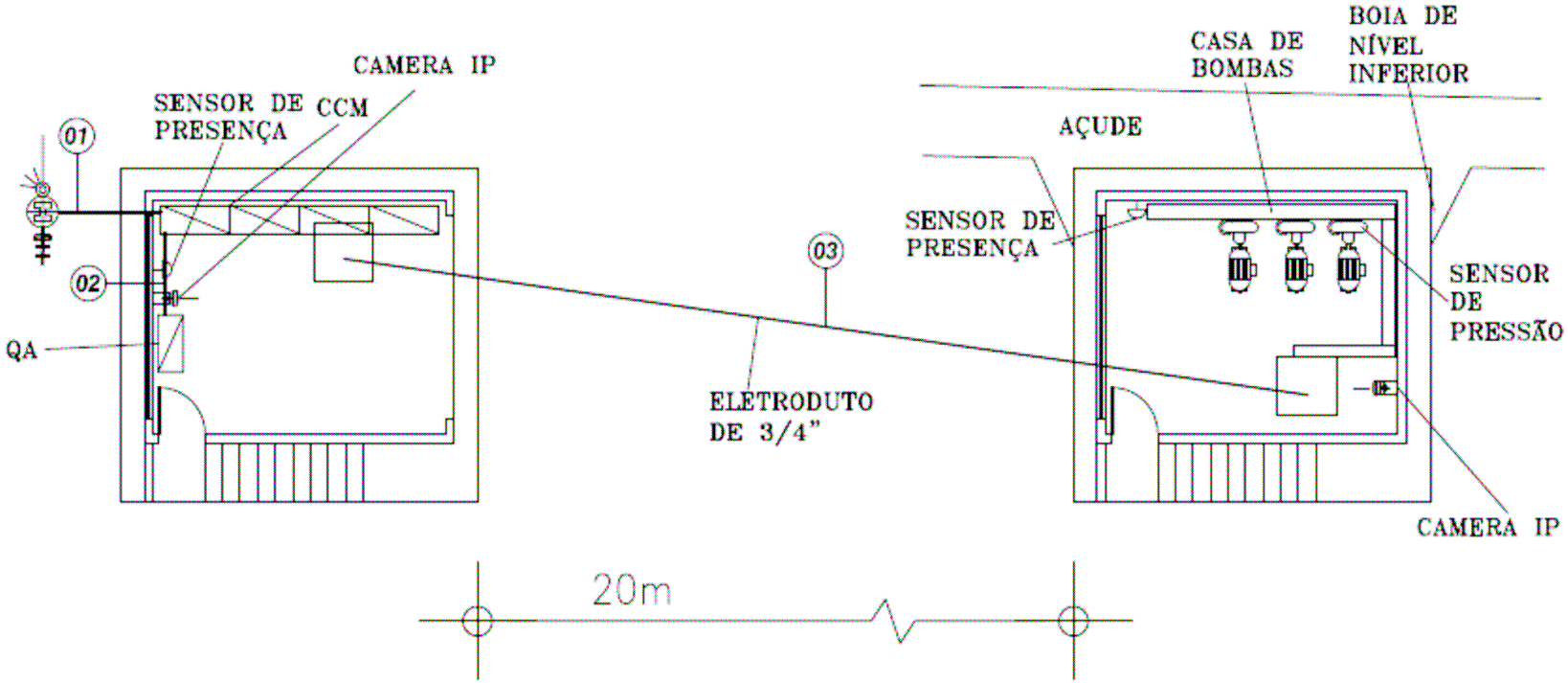
5.1 EE CAPTAÇÃO (UTR-1):

Na estação elevatória da captação, composta por três bombas verticais e reserva para instalação de mais uma, será instalada a **UTR-1** que se comunicará com a **UTR-1**, instalada na estação elevatória de Pedregal (na **ETA**). A **UTR-1** deverá monitorar/controlar as seguintes informações:

- Nível de água da captação (LSL-1);
- Nível de água do REL (LT-1) da ETA (via rádio-MODEM);

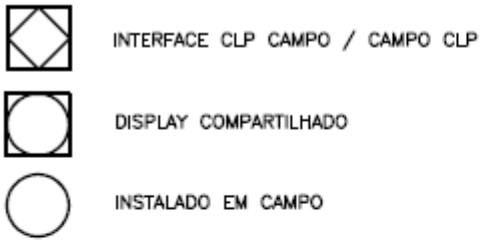
- Status de cada motor-bomba em operação;
- Status de cada motor-bomba com defeito;
- Status de cada motor-bomba em funcionamento;
- Status da chave seletora da motor-bomba em “remoto”;
- Status da chave seletora da motor-bomba em “local”;
- Status da chave seletora da motor-bomba em “desligado”;
- Informações dos sensores de presença no ambiente onde está instalada a **UTR/CCM** (XS-1) e as bombas(XS-3);
- Abertura de porta do quadro da **UTR** (XS-2);
- Pressão de saída no barrilete (PT-1);
- Vibração no eixo das bombas (VT1, VT-2 e VT-3);
- Temperatura dos mancais (TT-1, TT-2 e TT-3);
- Informações dos medidores de grandezas elétricas do **QGBT** (sinal serial RS 485 – protocolo MODBUS-RTU) com memória de massa;
- Informações das grandezas dos Inversores (sinal serial RS 485 – protocolo MODBUS-RTU). Deverá ser instalada uma placa de comunicação nos conversores de freqüência e no *softstarter*;
- Status do *no-break (***UPS***)* da UTR.

CROQUIS DA UTR 1 - CAPTAÇÃO



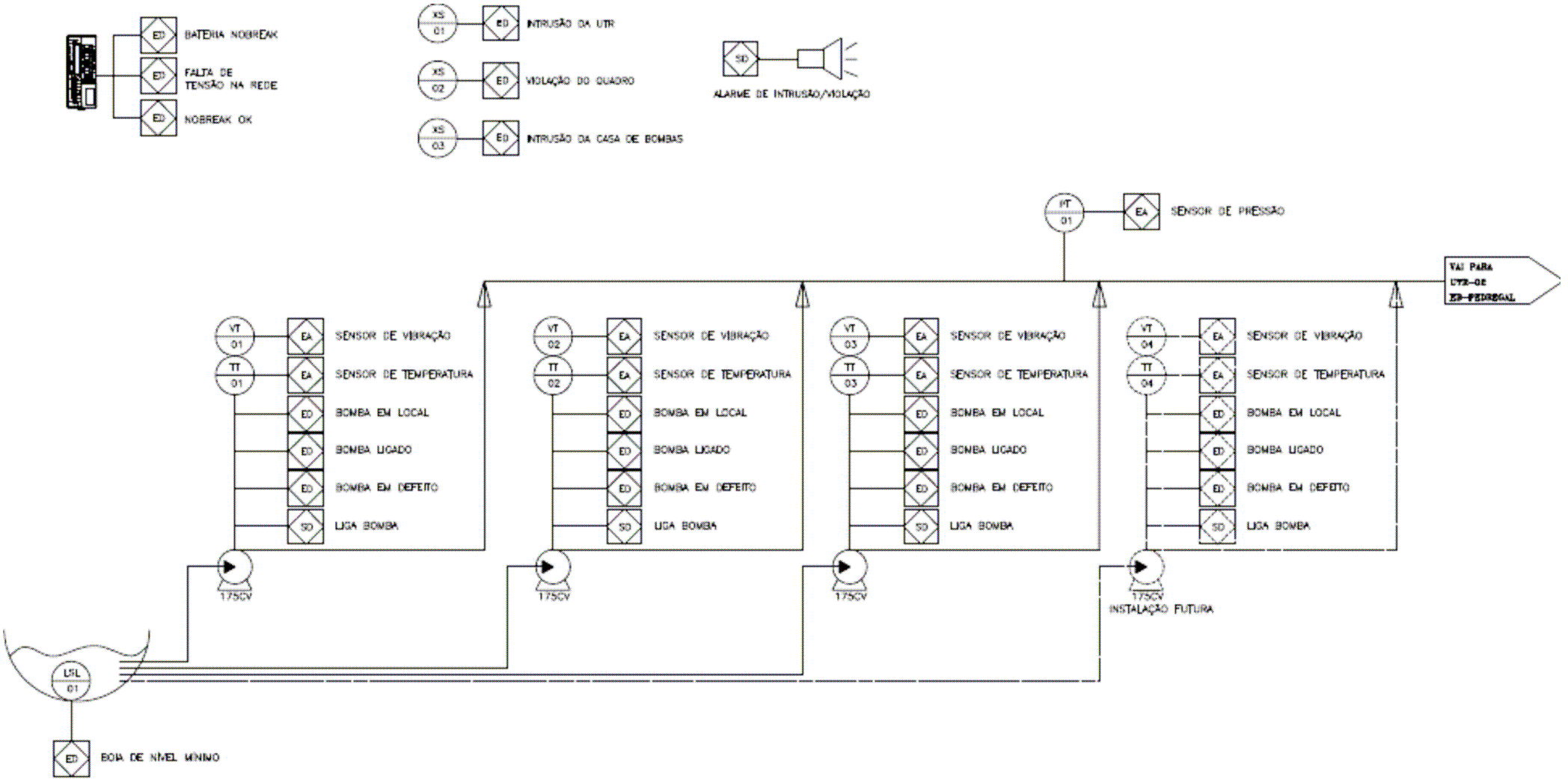
- 1 cabo coaxial RGC 213 (antena)
- 3 cabo 5x1mm2 (CCM)
- 1 cabo 2x1mm2 (Sensor de presença)
- 6 cabo blindado 2x1mm2 (vibração e temperatura)
- 1 cabo 2x1mm2 (Sensor de presença)
- 1 cabo 2x1mm2 (Boia de nível inferior)
- 1 cabo UTP (Camera IP)

LEGENDA DO DIAGRAMA DE P&I DA UTR 1 - CAPTAÇÃO



ED - ENTRADA DIGITAL
SD - SAíDA DIGITAL
EA - ENTRADA ANALóGICA
SA - SAíDA ANALóGICA
CV - VáLVULA MOTORIZADA
PT - TRANSMISSOR DE PRESSãO
PIR - INDICAÇãO E REGISTRO DE PRESSãO
FIT - INDICAÇãO E TRANSMISSãO DE VAZãO
FIR - INDICAÇãO E REGISTRO DE VAZãO
LT - TRANSMISSãO DE NíVEL
LIR - INDICAÇãO E REGISTRO DE NíVEL
MG - MULTIGRANDEZA
AIT - ANALISADOR INDICAÇãO E TRANSMISSOR
AIR - ANALISADOR INDICAÇãO E REGISTRO
XA - ALARME
XS - SENSOR DE PRESENÇA

DIAGRAMA DE P&I DA UTR 1 - CAPTAÇÃO



No modo “remoto” os conjuntos moto-bombas poderão funcionar de forma manual ou automática. Será instalada na **UTR-1** uma Interface Homem Máquina (**IHM**) que permitirá a visualização de alguns parâmetros locais. A **IHM** será do tipo *Touch Screen* de 4´ monocromática (tons de cinza). Essa interface servirá apenas para monitoramento dos dados e não permitirá que os operadores alterem parâmetros operacionais do sistema.

Todas estas informações serão transmitidas para a IHM principal. O programa aplicativo do Controlador lógico programável (**CLP**) deverá prever procedimentos para cada informação (fornecidas pelos medidores de grandezas elétricas e inversores) que eventualmente venha a ocorrer.

Uma bomba será acionada por uma chave de partida suave (*Soft Starter*) e as outras duas por inversores de freqüência. O sistema de automação será responsável pela partida e parada das bombas, além da modulação da rotação das bombas dotadas de inversor de freqüência. O controlador (**CLP**) também possuirá rotinas para rodízio automático da partida das bombas. As seguintes funções básicas de controle serão implementadas:

- Partida/parada das bombas;
- Controle de velocidade das bombas dotadas de inversores de freqüência;
- Acionamento de uma sirene de 120 dB em casos de intrusão.

Os motores acionados por inversores devem permanecer em rotação nominal (60 Hz) quando em paralelo com o motor acionado por partida eletrônica suave (*softstarter*).

Os painéis de acionamento dos motores (**CCM**), já instalados, deverão ser modificados de acordo com as necessidades e compatibilidade com o sistema de automação.

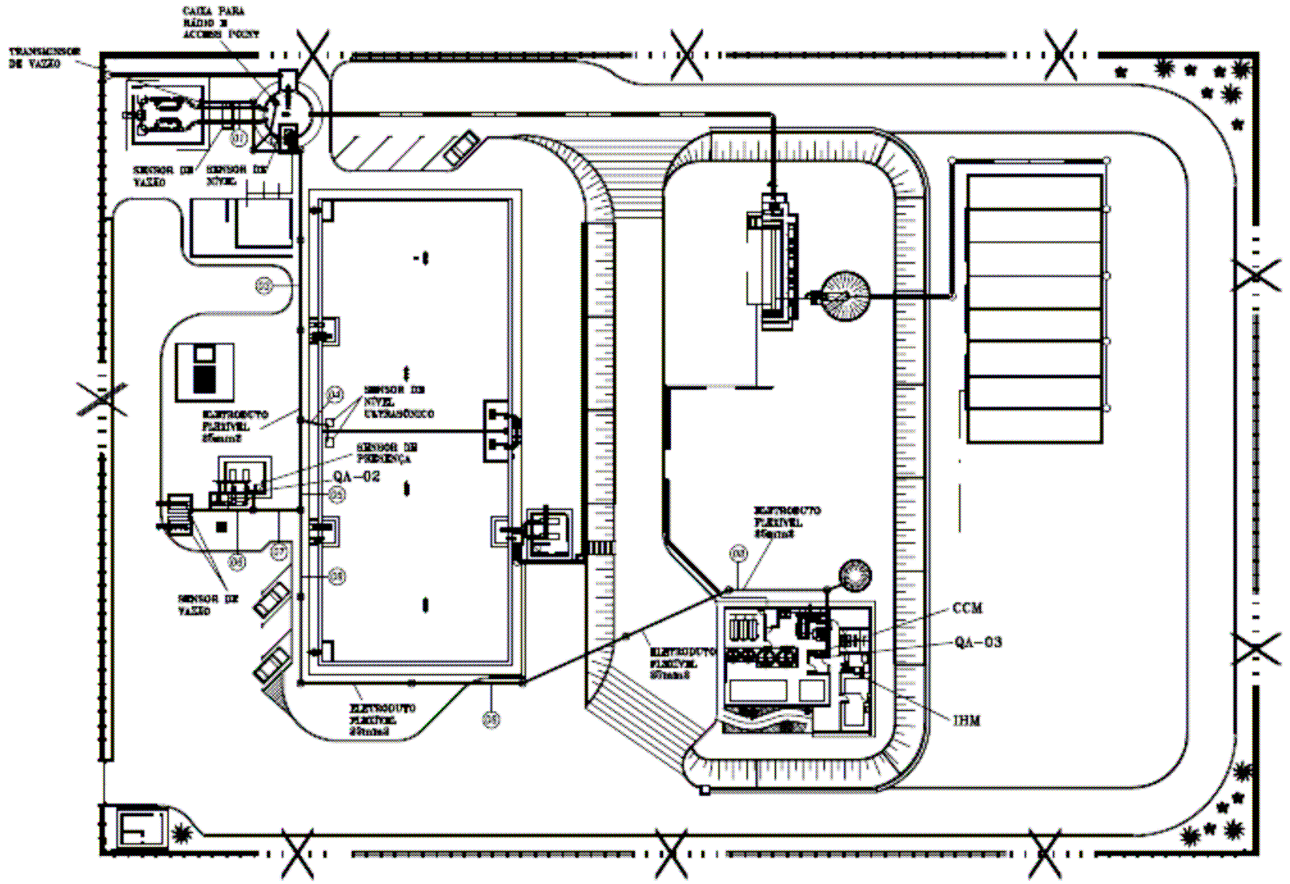
PLANILHA DE PONTOS DA UTR - 1 - CAPTAÇÃO					
TIPO	**DESCRIÇÃO**	**TAG**	**LOCAL**	**E/S**	**NUM.**
Sensor de pressão	Pressão do barrilete	PT-01		EA	1
Sensor de vibração	Sensor de vibração da bomba 1	VT-01	MB1	EA	2
Sensor de temperatura	sensor de temperatura da bomba 1	TT-01	MB1	EA	3
Sensor de vibração	Sensor de vibração da bomba 2	VT-02	MB2	EA	4
Sensor de temperatura	sensor de temperatura da bomba 2	TT-02	MB2	EA	5
Sensor de vibração	Sensor de vibração da bomba 3	VT-03	MB3	EA	6
Sensor de temperatura	sensor de temperatura da bomba 3	TT-03	MB3	EA	7
Reserva					8
Micro Switch	Abertura do quadro	XS-02	QA	ED	1
Micro Switch	Sensor de intrusão CCM	XS-01	QA	ED	2
Micro Switch	Sensor de intrusão casa de bombas	XS-03	QA	ED	3
Status	Bateria no-break		QA	ED	4
Status	Falta de tensão na rede		QA	ED	5
Status	No-break ok		QA	ED	6
Status	Bomba 1 em local		EB	ED	7
Status	Bomba 1 ligado		EB	ED	8
Status	Bomba 1 em defeito		EB	ED	9
Status	Bomba 2 em local		EB	ED	10
Status	Bomba 2 ligado		EB	ED	11
Status	Bomba 2 em defeito		EB	ED	12
Status	Bomba 3 em local		EB	ED	13
Status	Bomba 3 ligado		EB	ED	14
Status	Bomba 3 em defeito		EB	ED	15
Bóia de nível inferior	nível da captação		EB	ED	16
Relé UPS	Falta de energia (indicação UPS)		QA	ED	17
Relé UPS	Falha no módulo de bateria		QA	ED	18
Reserva				ED	19
Reserva				ED	20
Reserva				ED	21
Reserva				ED	22
Set point	Referencia de velocidade inversor de frequência bomba 1		EB	SA	1
Set point	Referencia de velocidade inversor de frequência bomba 2		EB	SA	2
Reserva				SA	3
Sirene	Liga sirene		SIRENE	SD	1
Motor	Liga Bomba 1		EB	SD	2
Motor	Liga Bomba 2		EB	SD	3
Motor	Liga Bomba 3		EB	SD	4
Reserva				SD	5
Reserva				SD	6

Reserva				SD	7
Reserva				SD	8
Reserva				SD	9
Reserva				SD	10

5.2 ETA ARACATI (UTR-2):

Na Estação elevatória de Pedregal, na **ETA** Aracati, será instalada a **UTR-2** com uma Interface Homem Máquina (**IHM**) que permitirá a visualização de alguns parâmetros locais. A **IHM** será do tipo *Touch Screen* de 4" monocromática. Essa interface servirá apenas para monitoramento dos dados e não permitirá que os operadores alterem parâmetros operacionais do sistema.

CROQUIS DA UTR 2 - EB PEDREGAL

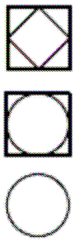


㉗ 1 cabo blindado 2x1mm2(vazão)
㉒ 1 cabo blindado 3x1mm2(nível)
⑳ 1 cabo blindado 2x1mm2(vazão)
1 cabo blindado 3x1mm2(nível)
2 cabo UTP(rede)
1 cabo 2x1mm2(alimentação 24V)
㉔ 2 cabo blindado 3x1mm2(nível)

㉙ 1 cabo blindado 2x1mm2(vazão)
3 cabo blindado 3x1mm2(nível)
2 cabo UTP(rede)
1 cabo 2x1mm2(alimentação 24V)
㉘ 2 cabo blindado 2x1mm2(vazão)

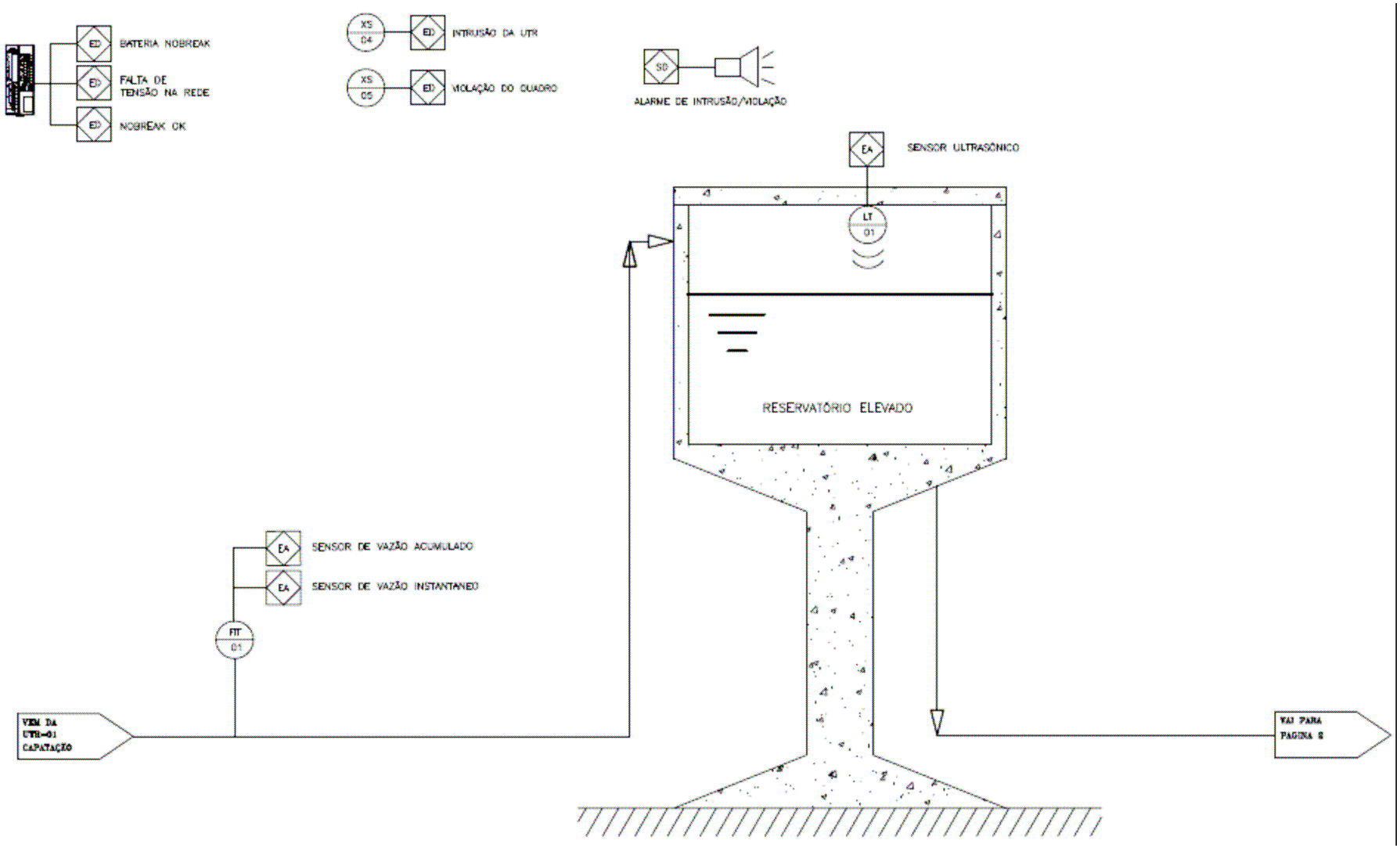
㉗ 1 cabo blindado 2x1mm2(vazão)
3 cabo blindado 3x1mm2(nível)
3 cabo UTP(rede)
1 cabo 2x1mm2(alimentação 24V)
㉘ 1 cabo UTP(rede)

LEGENDA DO DIAGRAMA DE P&I UTR 2 - EB PEDREGAL

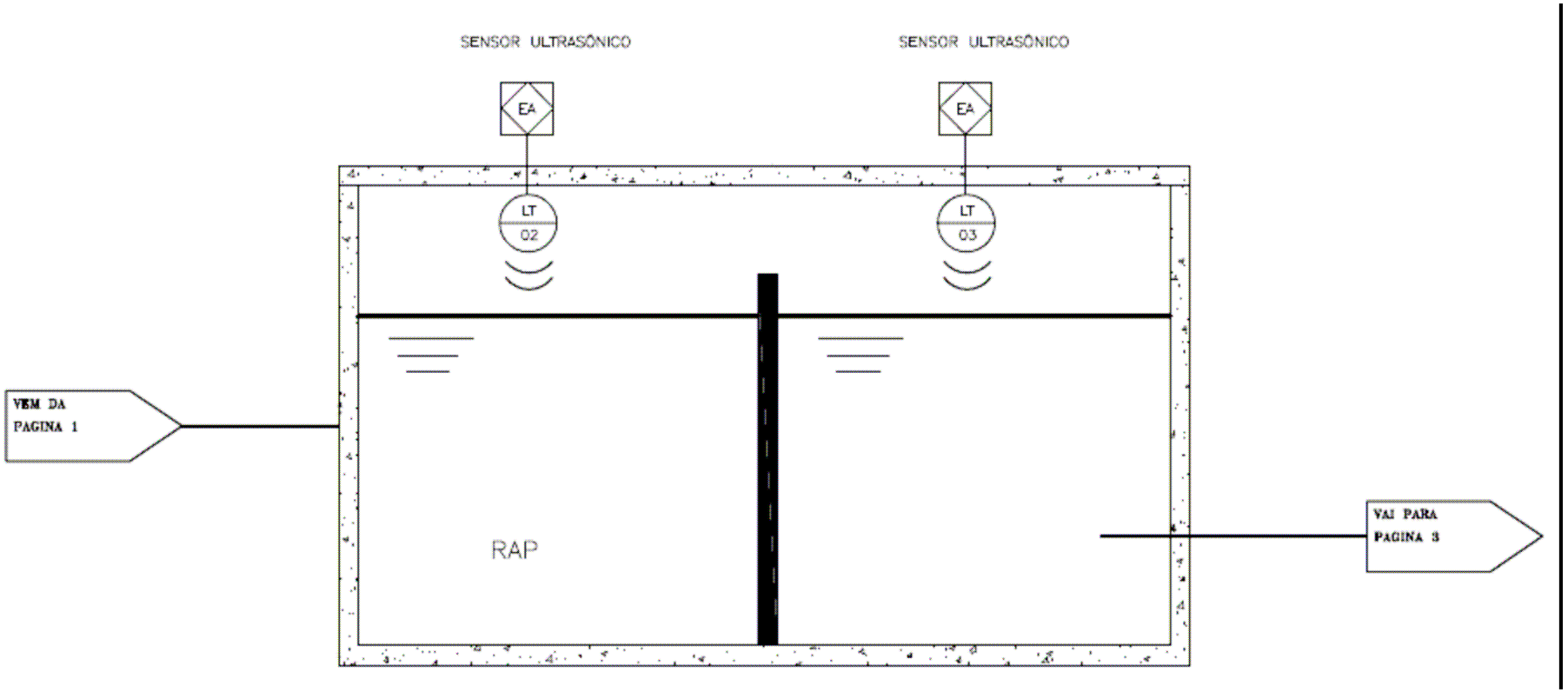


ED - ENTRADA DIGITAL
SD - SAÍDA DIGITAL
EA - ENTRADA ANALÓGICA
SA - SAÍDA ANALÓGICA
CV - VÁLVULA MOTORIZADA
PT - TRANSMISSOR DE PRESSÃO
PIR - INDICAÇÃO E REGISTRO DE PRESSÃO
FIT - INDICAÇÃO E TRANSMISSÃO DE VAZÃO
FIR - INDICAÇÃO E REGISTRO DE VAZÃO
LT - TRANSMISSÃO DE NÍVEL
LIR - INDICAÇÃO E REGISTRO DE NÍVEL
MG - MULTIGRANDEZA
AIT - ANALISADOR INDICAÇÃO E TRANSMISSOR
AIR - ANALISADOR INDICAÇÃO E REGISTRO
XA - ALARME
XS - SENSOR DE PRESENÇA

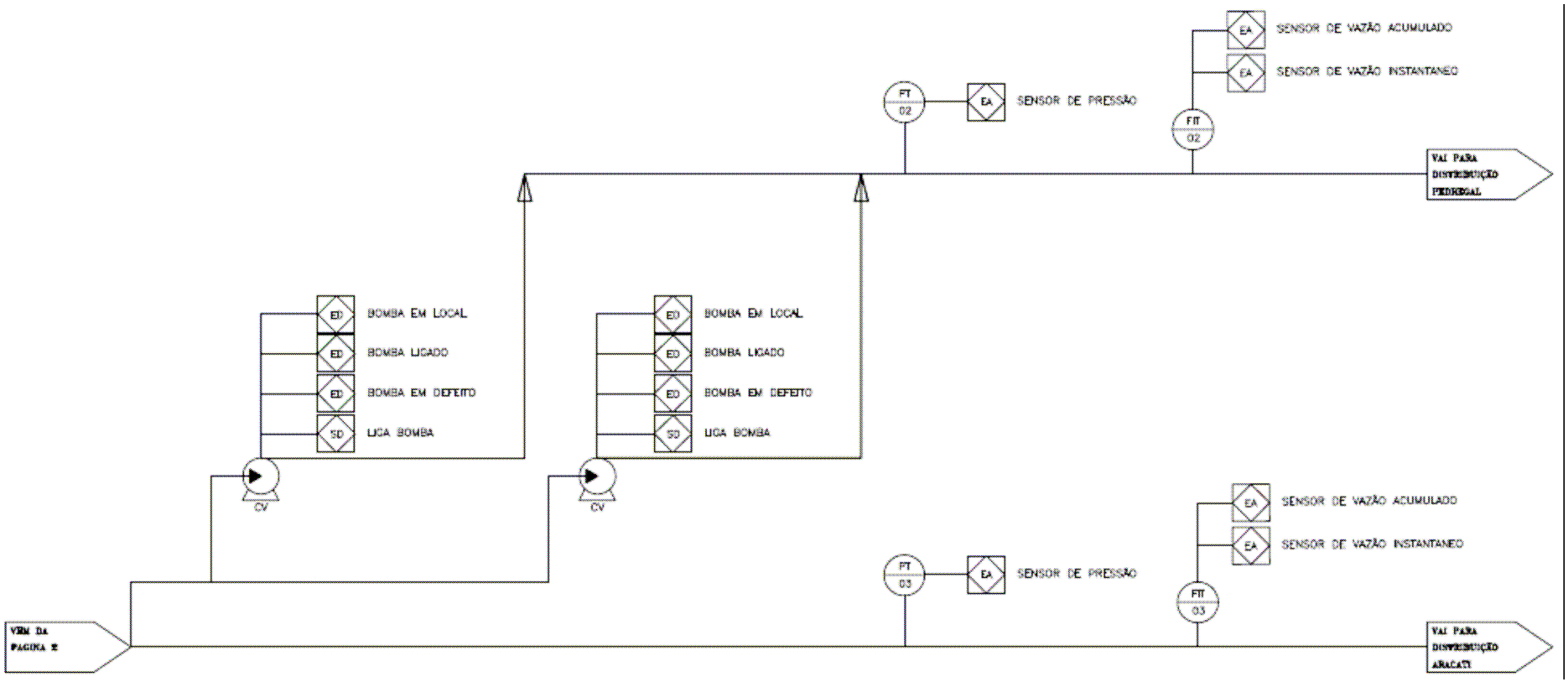
DIAGRAMA DE P&I UTR 2 - EB PEDREGAL



Continuação do DIAGRAMA DE P&I UTR 2 - EB PEDREGAL



Continuação do DIAGRAMA DE P&I UTR 2 - EB PEDREGAL



O **CLP** será responsável pelo monitoramento das seguintes grandezas:

- Nível da **REL** (LT-1);
- Nível do Reservatório apoiado (LT-2 e LT-3);
- Vazão de entrada da **ETA** (FIT-1 - sensor magnético já instalado);
- Volume totalizado entrada da **ETA**;
- Vazão de saída do **RAP**/**ETA** (FIT-2 e FIT-3 - sensores magnéticos já instalados);
- Status de ligado e desligado das bombas da estação elevatória de Pedregal;
- Status de defeito das bombas da estação elevatória de Pedregal;
- Pressão no barrilete da EE de Pedregal (PT-2);
- informações dos sensores de presença no ambiente onde está instalada a UTR (XS-4);
- abertura de porta do quadro da UTR (XS-5);
- Informações das grandezas dos Inversores (sinal serial RS 485 – protocolo MODBUS-RTU). Deverá ser instalada uma placa de comunicação nos conversores de freqüência;

Os seguintes comandos serão implementados:

- Alarme de intrusão na EE ou abertura do quadro da UTR (Acionamento de uma sirene de 120 dB);
- Acionamento das bombas;
- Sinalizador acústico para falha/alarme no sistema.

As aquisições de dados dos medidores de vazão deverão ser através da utilização da porta serial do medidor via protocolo industrial aberto (se disponível). Em ultimo caso será utilizado à saída de pulsos para totalização da vazão. O CLP deverá ter no mínimo quatro entradas digitais rápidas.

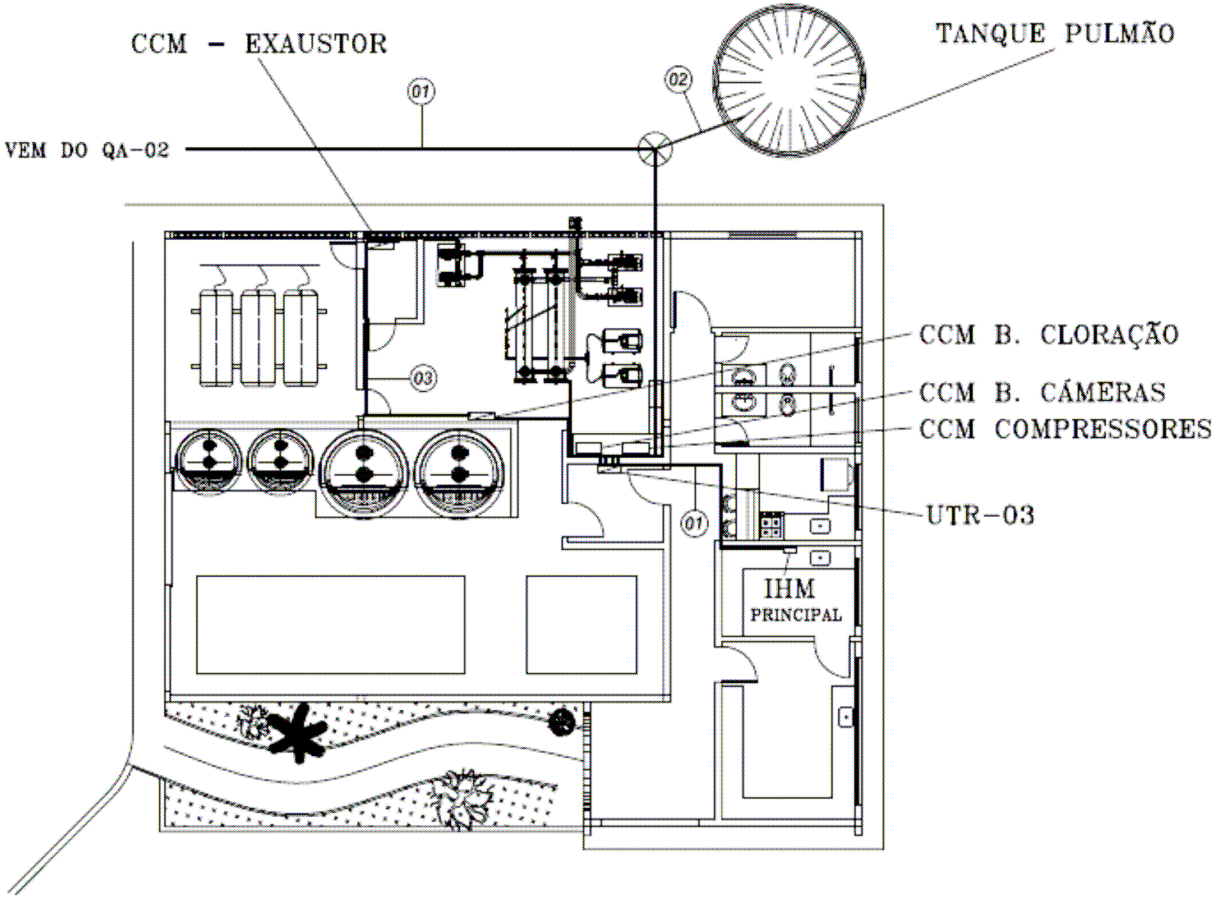
PLANILHA DE PONTOS DA UTR – 2 EB - PEDREGAL					
TIPO	**DESCRIÇÃO**	**TAG**	**LOCAL**	**E/S**	**B. CLP**
Sensor ultrasônico	Nível do RELl	LT-01	REL	EA	1
Sensor ultrasônico	Nível do RAP 1	LT-02	RAP	EA	2
Sensor ultrasônico	Nível do RAP 2	LT-03	RAP	EA	3
Sensor de vazão	Sensor de vazão instantâneo	FIT-01	EB	EA	4
Sensor de vazão	Sensor de vazão instantâneo Pedregal	FIT-02	EB	EA	5
Sensor de vazão	Sensor de vazão instantâneo Aracati	FIT-03	EB	EA	6
Sensor de pressão	Pressão do barrilete	PT-02	EB	EA	7
Sensor de pressão	Pressão do barrilete	PT-03	EB	EA	8
Micro Switch	Abertura do quadro	XS-05	QA	ED	1
Micro Switch	Sensor de intrusão	XS-04	QA	ED	2
Status	Bateria no-break		QA	ED	3
Status	Falta de tensão na rede		QA	ED	4
Status	No-break ok		QA	ED	5
Status	Bomba 1 em local		EB	ED	6
Status	Bomba 1 ligado		EB	ED	7
Status	Bomba 1 em defeito		EB	ED	8
Status	Bomba 2 em local		EB	ED	9
Status	Bomba 2 ligado		EB	ED	10
Status	Bomba 2 em defeito		EB	ED	11
Sensor de vazão	Sensor de vazão (pulsos) entrada do REL	FIT-01	EB	ED	12
Sensor de vazão	Sensor de vazão (pulsos) Pedregal	FIT-02	EB	ED	13
Sensor de vazão	Sensor de vazão (pulsos) Aracati	FIT-03	EB	ED	14
Relé UPS	Falta de energia (indicação UPS)		QA	ED	15
Relé UPS	Falha no módulo de bateria		QA	ED	16
Reserva				ED	17
Reserva				ED	I8
Reserva				ED	19
Reserva				ED	20
Reserva				ED	21
Reserva				ED	22
Sirene	Liga sirene		SIRENE	SD	1
Motor	Liga Bomba 1		EB	SD	2
Motor	Liga Bomba 2		EB	SD	3
Sinalizador de painel	Sinalizador acústico falha		QA	SD	4
Reserva					5
Reserva					6
Reserva					7
Reserva					8
Reserva					9
Reserva					10

5.3 CÂMARAS DE SATURAÇÃO (UTR-3):

O sistema é constituído por 2 (duas) câmaras, que funcionam de maneira alternada (uma ativa, outra reserva), selecionada através de uma IHM. As câmaras serão alimentadas a partir de duas bombas que retiram água do “tanque pulmão” e por 2 (dois) compressores de ar com controle autônomo de pressão. Já o controle de nível será realizado pelo sistema de automação.

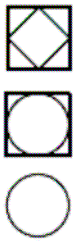
Em cada câmera será instalado um transmissor de nível do tipo radar por onda guiada que informará o nível exato da água. O controlador lógico programável comandará o inversor de freqüência da bomba de recirculação de forma a manter o nível dentro da faixa especificada (50% do nível total), controle feito na saída da água saturada. A sonda do radar possuirá uma haste de comprimento que atenda a aplicação e será instalada a partir do topo do reservatório.

CROQUIS DA UTR 3 – CÂMARAS DE SATURAÇÃO



01 1 cabo UTP(rede)
02 1 cabo 2x1mm2(sensor de nível mínimo)
03 1 cabo 2x2mm2(acionamento do exaustor)
1 cabo 2x1mm2(sensor de vazamento de cloro)
2 cabo blindado 2x1mm2(sensor de pressão)

LEGENDA DO DIAGRAMA DE P&I UTR 3 – CÂMARAS DE SATURAÇÃO



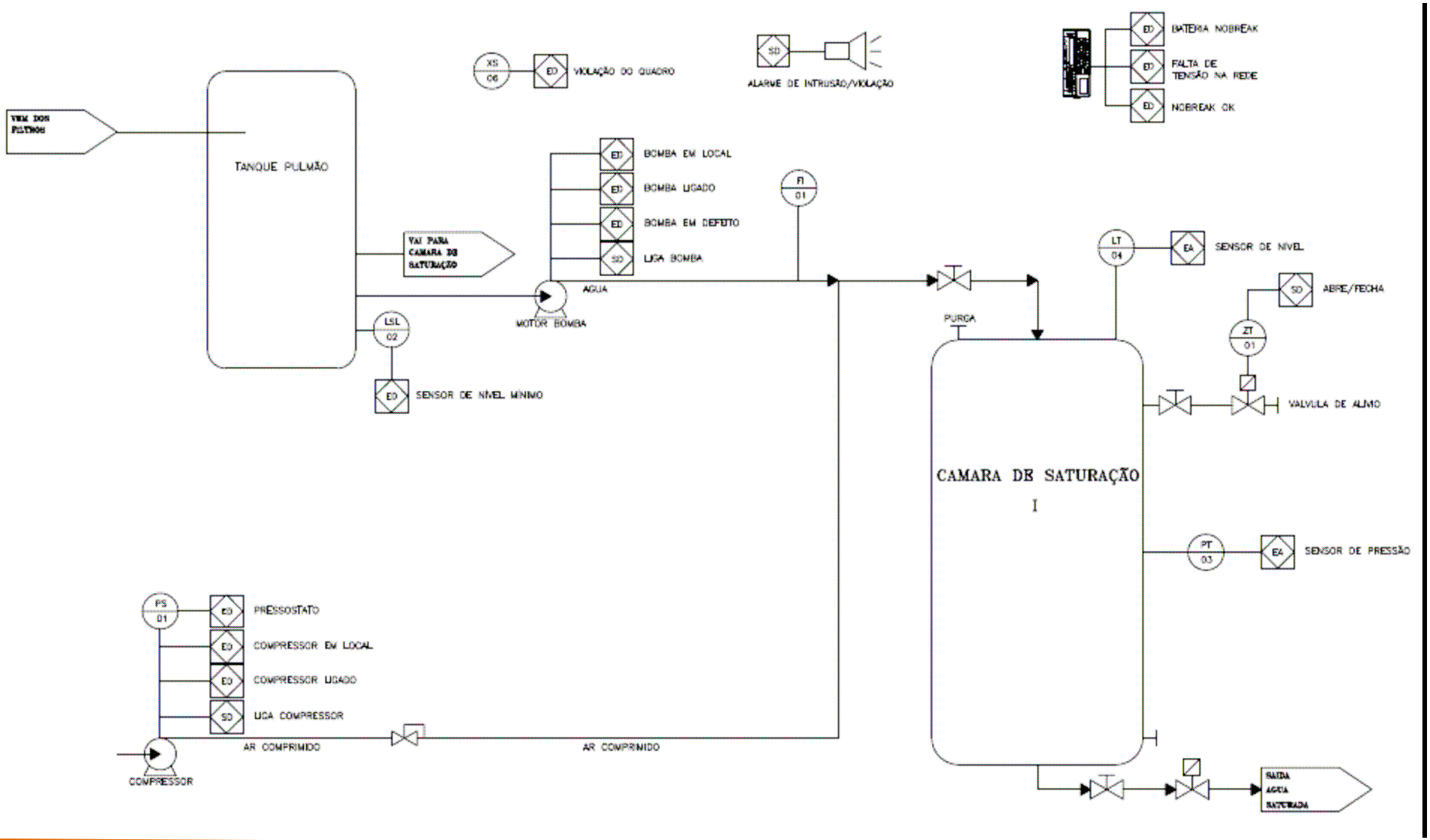
INTERFACE CLP CAMPO / CAMPO CLP

DISPLAY COMPARTILHADO

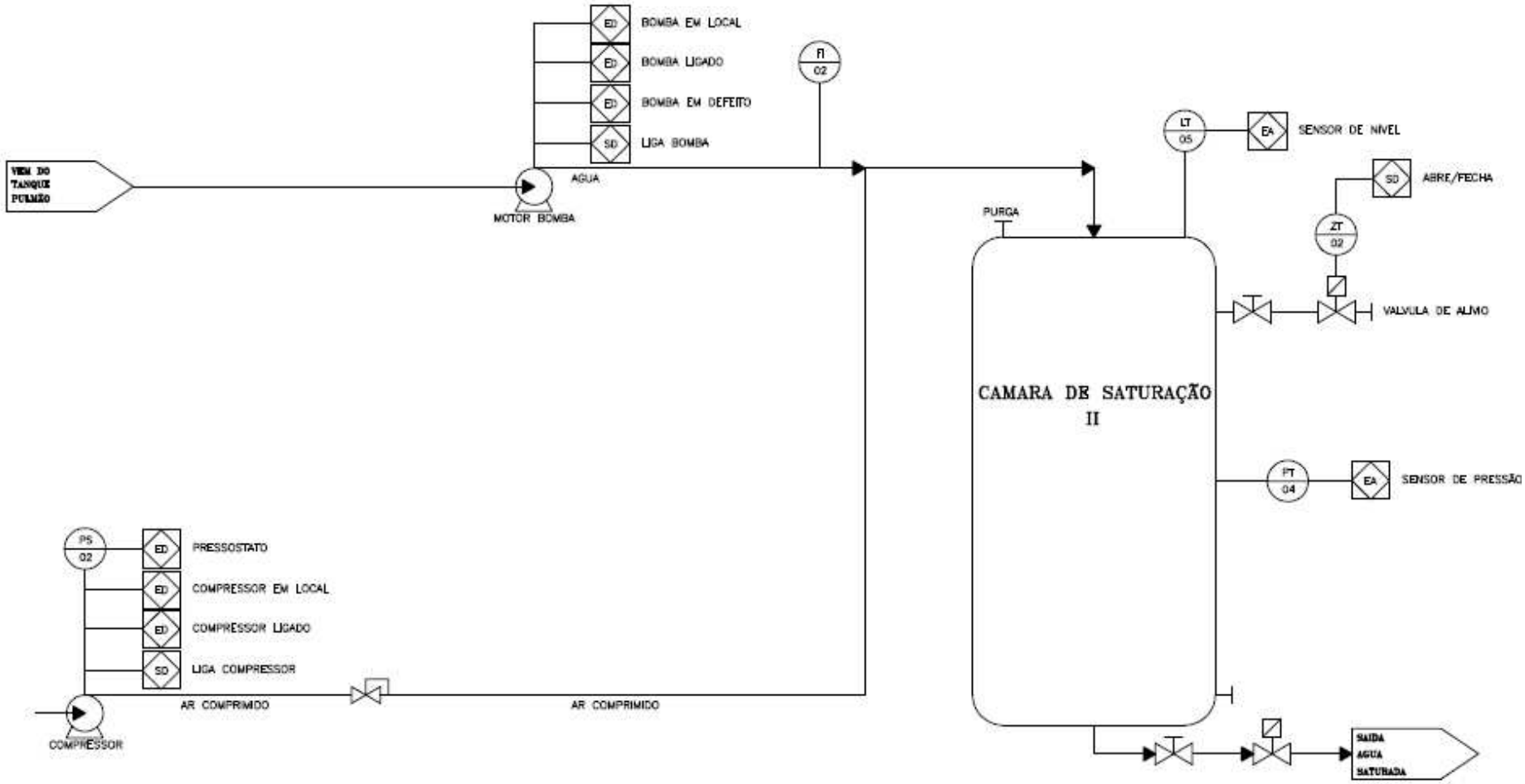
INSTALADO EM CAMPO

ED - ENTRADA DIGITAL
SD - SAíDA DIGITAL
EA - ENTRADA ANALóGICA
SA - SAíDA ANALóGICA
CV - VáLVULA MOTORIZADA
PT - TRANSMISSOR DE PRESSãO
PIR - INDICAÇãO E REGISTRO DE PRESSãO
FIT - INDICAÇãO E TRANSMISSãO DE VAZãO
FIR - INDICAÇãO E REGISTRO DE VAZãO
LT - TRANSMISSãO DE NíVEL
LIR - INDICAÇãO E REGISTRO DE NíVEL
MG - MULTIGRANDEZA
AIT - ANALISADOR INDICAÇãO E TRANSMISSOR
AIR - ANALISADOR INDICAÇãO E REGISTRO
XA - ALARME
XS - SENSOR DE PRESENÇA

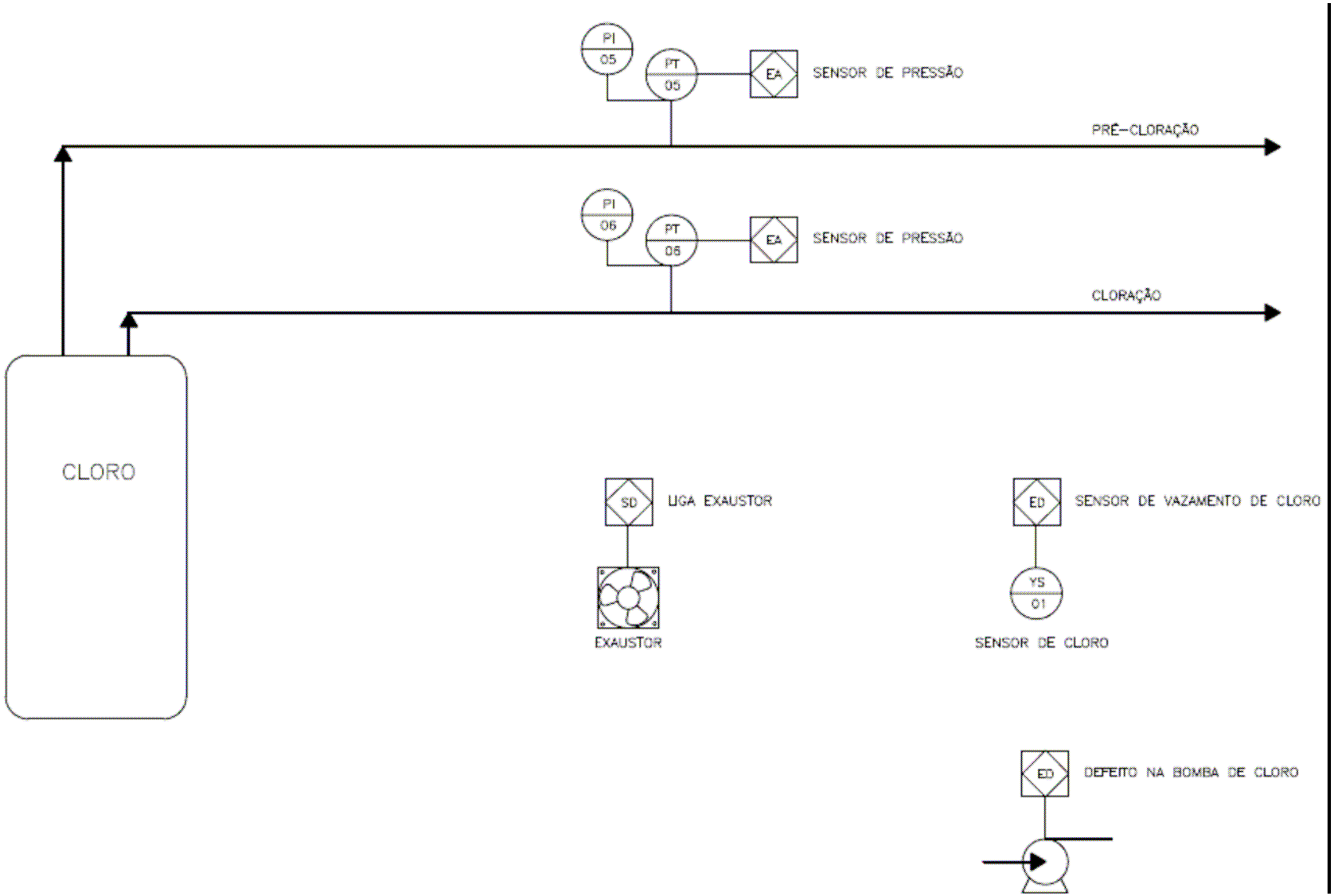
DIAGRAMA DE P&I UTR 3 – CÂMARAS DE SATURAÇÃO



Continuação do DIAGRAMA DE P&I UTR 3 – CÂMARAS DE SATURAÇÃO



Continuação do DIAGRAMA DE P&I UTR 3 – CÂMARAS DE SATURAÇÃO



Serão instalados transmissores para medição da pressão interna das câmaras e o controlador lógico programável comandará para que esta pressão permaneça em torno de 5 kg/cm², controle feito através do acionamento do compressor.

Serão instaladas também uma série de válvulas (uma para cada câmara de saturação) conforme descrito a seguir:

- Válvula de alívio de segurança - Trata-se de uma proteção mecânica caso a pressão dentro da câmera exceda a pressão máxima aceitável;
- Válvula de purga manual - Utilizada para manutenção e esvaziamento da câmara;
- Válvula de retenção para entrada de ar comprimido - Evita o retorno de água para o compressor em caso de falha do sistema de controle de nível;
- Válvula de retenção para saída de água - Evita o retorno de água para dentro da câmara quando esta estiver inoperante;
- Válvula com atuador e posicionador a ser instalada na tubulação de 4 polegadas de saída da água saturada;
- Válvula solenóide para entrada de ar comprimido - Evita o escape de ar comprimido através de uma câmara que esteja inoperante e controla a pressão interna.

O **CLP** será responsável pelo monitoramento das seguintes grandezas:

- Nível do reservatório “pulmão” (LSL-2);
- Nível das câmeras (LT-4 e LT-5);
- Status de ligado e desligado das bombas das câmeras;
- Status de ligado e desligado das bombas de cloração;
- Status de ligado e desligado dos compressores;
- Status de defeito das bombas das câmeras;
- Status de defeito das bombas de cloração;
- Status de defeito das bombas dos compressores;
- Pressão dos compressores (PS-1 e PS-2);
- Pressão das câmeras (PT-3 e PT-4);
- Pressão das linhas de cloração (PT-5 e PT-6);
- Vazamento de cloro (YS-1);
- Abertura de porta do quadro da UTR (XS-6);
- Informações das grandezas dos Inversores (sinal serial RS 485 – protocolo MODBUS-RTU).

Os seguintes comandos serão implementados:

- Acionamento das bombas das Câmeras de Saturação (2);
- Acionamento dos compressores (2);
- Acionamento do exaustor para dissipar vazamento de cloro;
- Atuação das eletroválvulas de ar comprimido;
- Sinalizador acústico para falha/alarme no sistema;
- Acionamento da válvula proporcional de saída de água saturada.

O painel do **CCM** já instalado, para acionamento das motores-bombas das câmeras de saturação, deverá ser modificado conforme diagramas fornecidos anexos a esse projeto. Entre outras alterações, as chaves de partidas suaves serão substituídas por conversores de frequência. Este sistema, além do modo de funcionamento automático, permitirá o acionamento manual dos atuadores e indicará as grandezas medidas na **IHM** (Interface Homem máquina) instalada na porta do painel do controlador. Esta **IHM** será do tipo *Touch Screen* de 4" monocromática e permitirá uma visualização e reconhecimento de alarmes e a alteração de parâmetros operacionais.

O painel de acionamento dos compressores deverá ser modificado para permitir o comando remoto através do sistema de automação das câmaras de saturação.

Os inversores deverão possuir filtro de proteção contra interferência de rádio freqüência (**RFI)** incorporado, para minimizar a geração de harmônicas na rede e melhorar o fator de potência da instalação.

A **UTR-3** fará também o monitoramento das bombas de cloração, pressão nas linhas de cloração e pré-cloração, sensor de vazamento de cloro e acionamento de um exaustor. Deverá ser instalado um quadro de comando e proteção para o exaustor existente.

PLANILHA DE PONTOS DA UTR – 3 – CÂMERAS DE SATURAÇÃO					
TIPO	**DESCRIÇÃO**	**TAG**	**LOCAL**	**E/S**	**B. CLP**
Sensor de nível	Nível da câmara de saturação 1	LT-04	EB	EA	1
Sensor de pressão	Pressão da câmara de saturação 1	PT-03	EB	EA	2
Sensor de nível	Nível da câmara de saturação 2	LT-05	EB	EA	3
Sensor de pressão	Pressão da câmara de saturação 2	PT-04	EB	EA	4
Sensor de pressão	Pressão da pré-cloração	PT-05	EB	EA	5
Sensor de pressão	Pressão da cloração	PT-06	EB	EA	6
Válvula com posicionador	Posição válvula proporcional saída água	ZT-02	EB	EA	7
Reserva			EB	EA	8
Micro Switch	Abertura do quadro	XS-06	QA	ED	1
Status	Bateria no-break		QA	ED	2
Status	Falta de tensão na rede		QA	ED	3
Status	No-break ok		QA	ED	4
Status	Compressor 1 em local		EB	ED	5
Status	Compressor 1 ligado		EB	ED	6
Status	Compressor 1 pressostato	PS-01	EB	ED	7
Status	Compressor 2 em local		EB	ED	8
Status	Compressor 2 ligado		EB	ED	9
Status	Compressor 2 pressostato	PS-02	EB	ED	10
Status	Bomba 1 em local		EB	ED	11
Status	Bomba 1 ligado		EB	ED	12
Status	Bomba 1 em defeito		EB	ED	13
Status	Bomba 2 em local		EB	ED	14
Status	Bomba 2 ligado		EB	ED	15
Status	Bomba 2 em defeito		EB	ED	16
bóia inferior	Sensor de nível mínimo tanque pulmão	LSL-02	EB	ED	17
Sensor de cloro	Sensor de vazamento de cloro	YS-01	EB	ED	I8
Bomba de cloro	Bomba de cloro defeito		EB	ED	19
Relé UPS	Falta de energia (indicação UPS)		QA	ED	20
Relé UPS	Falha no módulo de bateria		QA	ED	21
Reserva				ED	22
Reserva				ED	23
Reserva				ED	24
Set point	Referencia de velocidade inversor de frequência bomba 1		EB	SA	1
Set point	Referencia de velocidade inversor de frequência bomba 2		EB	SA	2
Reserva				SA	3
Sirene	Liga sirene		SIRENE	SD	1
Compressor	Liga compressor 1		EB	SD	2
Compressor	Liga eletroválvula 1		EB	SD	3
Compressor	Liga compressor 2		EB	SD	4
Compressor	Liga eletroválvula 2		EB	SD	5
Exaustor	Liga exaustor		EB	SD	6
Motor	Liga Bomba 1		EB	SD	7
Motor	Liga Bomba 2		EB	SD	8

Válvula	Abre válvula			SD	9
Válvula	Fecha Válvula			SD	10
Válvula	Para Válvula			SD	11
Reserva				SD	12
Reserva				SD	13
Reserva				SD	14
Reserva				SD	15

6. PRINCIPAIS DIRETRIZES OPERACIONAIS

A seguir serão descritas as diretrizes que estabelecem as condições operacionais a serem implementadas no projeto para monitorar, comandar e controlar todo o sistema de automação, obedecendo ao que foi definido no projeto hidráulico, de formas a se obter o melhor desempenho do sistema.

Cada **UTR** terá sua automação de forma autônoma, mas que dependem de informações (parâmetros) de outras **UTR's** ou da **IHM** principal**.** Essas operações automatizadas serão realizadas em função de níveis e restrições operacionais dos equipamentos e da interdependência entre as estações.

Todos os parâmetros hidráulicos, elétricos e de status, alarmes, dados operacionais, sinalização de atuação da proteção e comandos elétricos, além de presença de pessoas nas estações, serão transferidos para a **IHM** principal. Desta forma o sistema deverá permitir que os operadores modifiquem ou possam operar o sistema de forma manual e remotamente através de telas específicas do programa aplicativo da IHM.

No caso de falha de uma UTR, o sistema deve permitir que os equipamentos sejam operados manualmente. Todas as medições de pressão, nível, grandezas elétricas, *etc.,* devem ser disponibilizadas localmente na UTR, através de uma Interface homem-máquina (**IHM**) instalada na porta do quadro de automação.

6.1 MODOS DE OPERAÇÃO DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

As **UTR's** das Estações de bombeamentos deverão executar procedimentos de acionamento sequencial que levarão em conta o tempo de operação das bombas e condições operacionais e de segurança estabelecidas pelos níveis dos reservatórios e pressões das tubulações. A empresa executora deverá analisar todas as inter-relações e intertravamentos necessários no programa aplicativo de controle para atender aos requisitos operacionais. Esse programa deverá incorporar, no mínimo, os seguintes procedimentos:

- Procedimento em casos de detecção de falta de fase e sobrecargas;
- Intertravamento de partida dos conjuntos motores-bombas em função de tempo mínimo entre partidas sucessivas;
- Evitar a ultrapassagem da demanda contratada;
- Verificação dos horários de funcionamento de acordo com a tarifa adotada.

O início da operação deve ser decidido pelo operador/gestor do projeto, Uma vez iniciada a operação, o sistema deve funcionar de forma automática. Contudo, o sistema será preparado para funcionar no modo manual (local ou remoto) ou automático.

Os Centros de Comando de Motores (**CCM**) e quadros de acionamento de atuadores das válvulas deverão ser providos de uma chave seletora de três posições (local/desligado/remoto). As informações relativas às posições destas chaves deverão ser indicadas na IHM principal.

6.2 ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO DA CAPTAÇÃO

A **EBC** possui 3 (três) motores-bombas instalados, as quais serão comandadas em função do nível de água do reservatório elevado na ETA, e do nível de água da captação. A operação normal da adutora prevê a utilização de duas bombas, sendo a terceira reserva.

As bombas da **EBC** serão ligadas sequencialmente em intervalos de no mínimo 15 segundos e em função dos setpoints(2) de níveis mínimos do REL da ETA de Aracati. Deverão ser desligadas sequencialmente caso o nível da captação atinja o mínimo aceitável (LS-1), independentemente da situação do REL.

Serão considerados dois setpoints de nível mínimo para acionamento de até duas bombas e dois setpoints de nível máximo. Esses set-points deverão ser configuráveis na IHM principal. A operação automática deve partir inicialmente uma bomba dotada de inversor de frequência caso o nível da captação permita e caso o nível do REL esteja abaixo do setpoint de acionamento da primeira bomba. Nesse momento a aplicação do CLP da UTR1 deve utilizar um algoritmo proporcional+integral para modular a velocidade da bomba visando a manutenção do nível do REL próximo ao primeiro setpoint de nível máximo.

Após um tempo de estabilização e quando o nível de acionamento da segunda bomba for atingido(REL), a outra bomba dotada de inversor deve ser acionada. Nesse momento a aplicação do CLP da UTR1 deve utilizar um algoritmo proporcional+integral para modular a velocidade das duas bombas visando à manutenção do nível do REL próximo ao primeiro setpoint de nível máximo. As duas bombas devem operar sempre na mesma velocidade.

Com essa lógica pretende-se que o sistema mantenha o nível do REL estabilizado em qualquer regime de consumo de água na ETA.

Algumas restrições devem ser impostas a rotina de controle:

- Os conjuntos motor-bombas não devem operar fora da faixa de 50Hz a 60Hz para evitar perda acentuada de rendimento.
- Caso o segundo setpoint máximo seja atingido, a bomba acionada há mais tempo deve ser desligada e a modulação deve ser realizada apenas por uma bomba. Caso a operação já esteja com apenas uma bomba, essa deve ser desligada para evitar o trasbordamento do REL

A parametrização da rotina de controle deve almejar uma operação suave (com poucas partidas e paradas) e deve ser realizada na ocasião do start-up/operação assistida, pois o processo merece um refinamento empírico.

A terceira bomba(acionada por soft starter) será operada apenas no modo manual(local ou remoto).

6.3 ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO DE PEDREGAL

A **EE** de Pedregal possui dois motores-bombas instalados, os quais serão comandados em função da pressão da adutora e do nível do **RAP**.

As bombas da **EE** de Pedregal serão ligadas em intervalos de tempo definidos através da IHM principal, utilizando uma filosofia de rodízio.

6.4 SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO DAS CÂMARAS DE SATURAÇÃO

As câmeras de Saturação serão controladas pelo quadro de automação (**UTR-3**). Este quadro controlará também os compressores, fará o monitoramento das bombas de cloração e fará o monitoramento das pressões das linhas de cloração, além de controlar o exaustor que deverá ser acionado em um eventual vazamento de cloro.

O nível da câmera em operação deverá ser mantido em torno de 50% do máximo, controlado através da freqüência do inversor que tiver em operação. O funcionamento do conjunto Inversor – motor - bomba será feito em rodízio, isto é, cada vez que for partir uma bomba será escolhida aquela que não estava em funcionamento na ultima operação. A câmera que entrará em funcionamento será selecionada via **IHM**.

A pressão da câmera deverá ser mantida em torno de 5 kgf/cm^2 controlada através de uma válvula instalada na linha de ar comprimido. Na saída do compressor deverá ser instalada uma válvula reguladora para manter a pressão entre 6 a 10 kgf/cm$^{2.}$

A vazão de saída das câmeras deverá ser estabelecida nas IHMs e controlada pelo programa do **CLP** através do acionamento de uma válvula com atuador e posicionador a ser instalada na tubulação de 4 polegadas. A vazão deverá ser mantida em torno de 10 % (ajustável através da IHM local ou IHM principal) da vazão de entrada da **ETA,** através da medição do FIT-01.

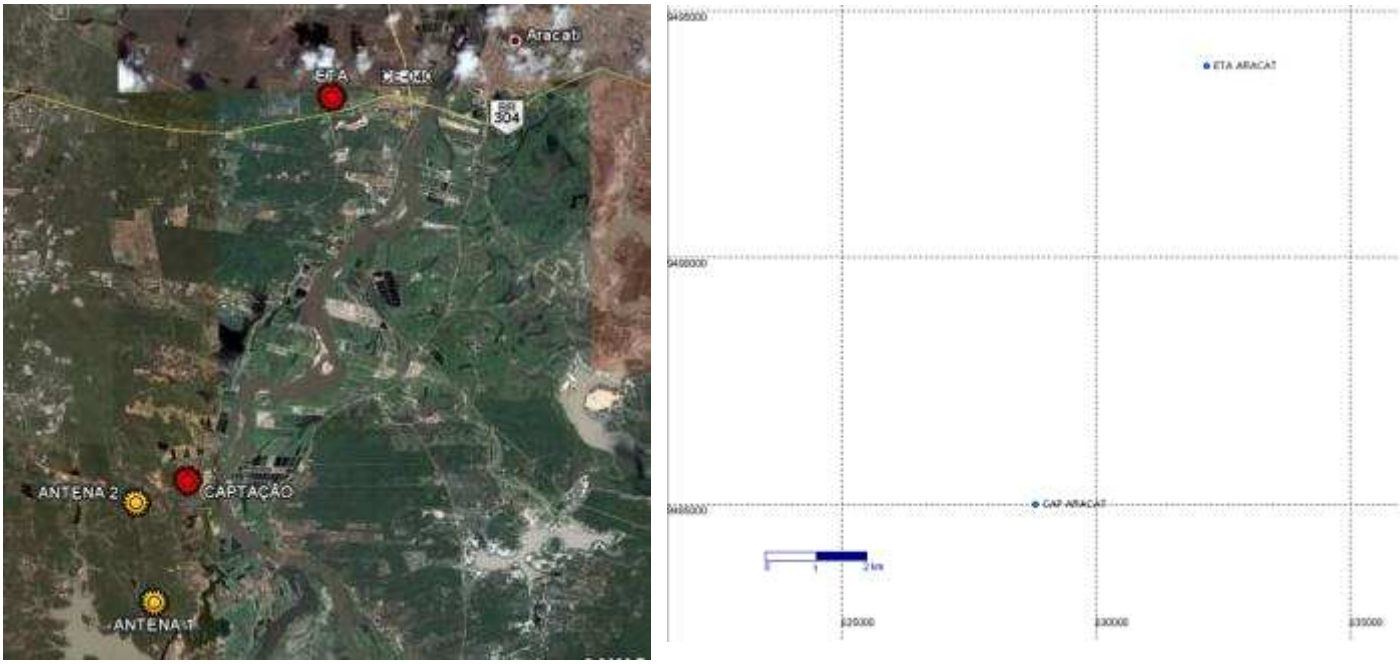
7. ESTUDOS DOS ENLACES DE TRANSMISSÃO DE DADOS

Foi realizado um estudo de propagação e visada, utilizando os programas *Radio Mobile* e *GlobalMappe*r, para o principal enlace do projeto : UTR-1 (Captação) para UTR-2 (ETA).

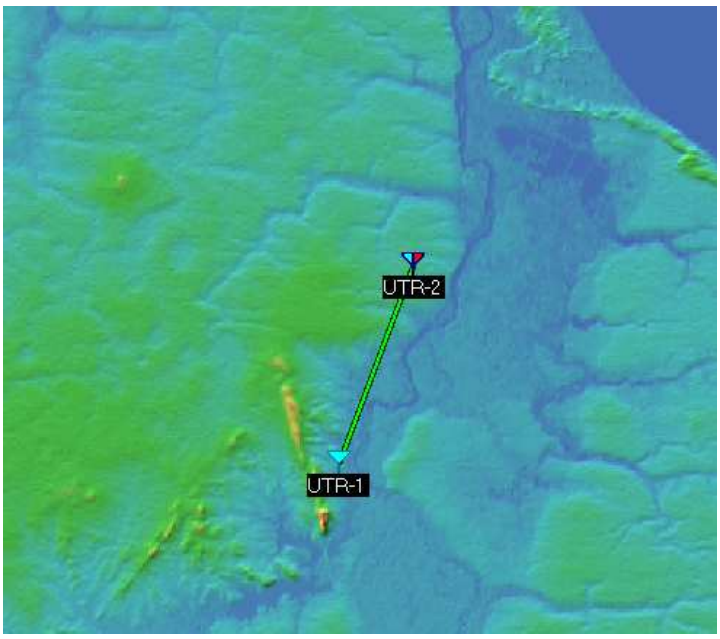
A empresa executora deverá realizar, quando da elaboração do projeto dos enlaces de transmissão de dados, testes de propagação e simulações, de forma a garantir o cálculo de desempenho dos enlaces de transmissão de dados. Com base nesses testes será desenvolvido o projeto executivo do Subsistema de Transmissão de Dados (STD).

Na Figura 7.a são mostradas as distribuições geográficas da captação e ETA, com as coordenadas definidas em UTM (*Universal Transverse Mercator*) para facilitar a definição das distâncias entre elas. Na Figura 7.1b é mostrado o relevo da região das UTRs para facilitar as análises dos enlaces de rádio, além de indicar a altitude da região. Na Figura 7.2 são mostradas as UTRs associadas às unidades de controles.

A seguir será mostrado um estudo do relevo e distância do enlace de rádio, com o objetivo de garantir a visibilidade entre as estações.



(a)



(b)

Figura 7.1:a) distribuição geográfica das unidades de controles e b) UTRs.

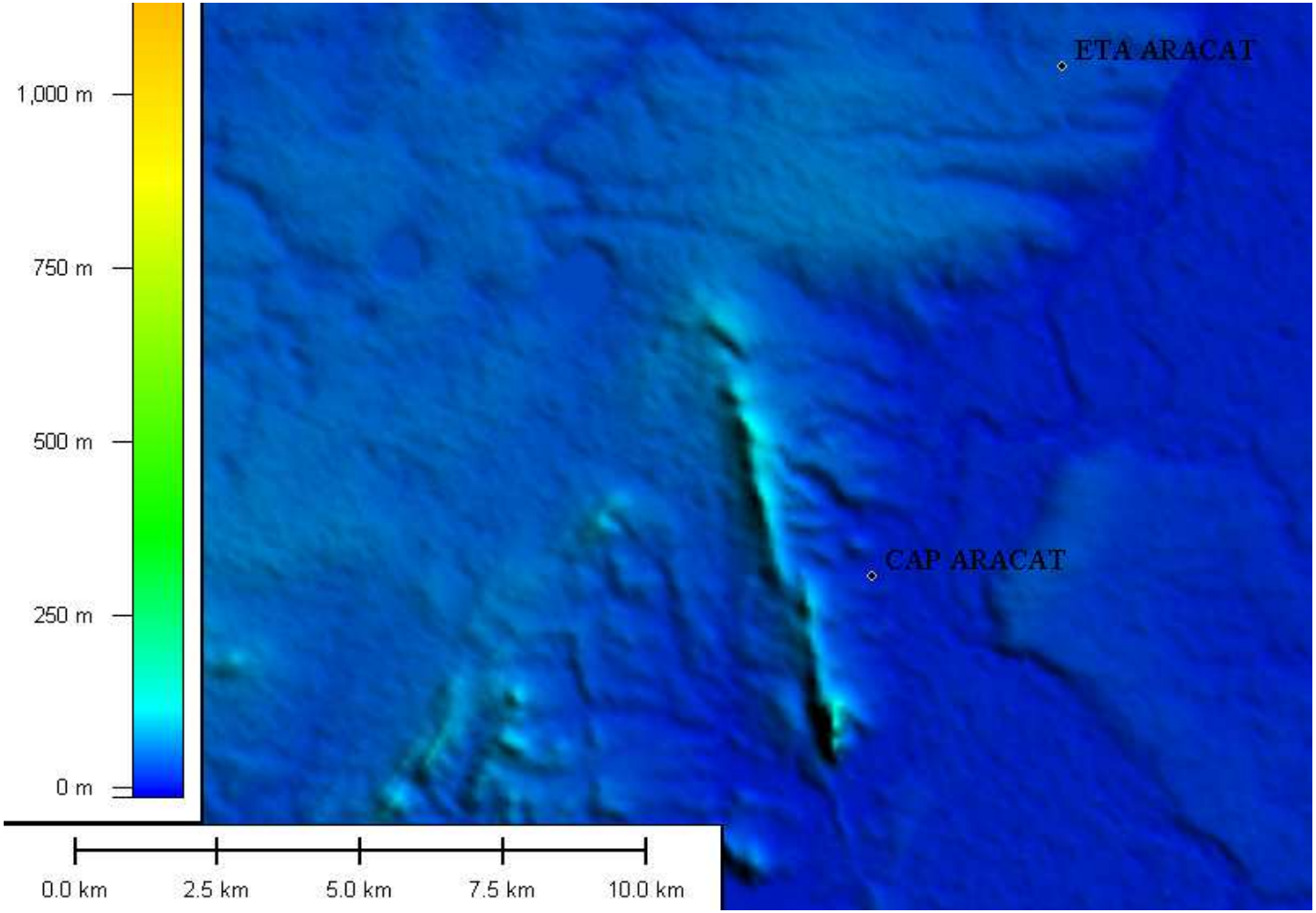
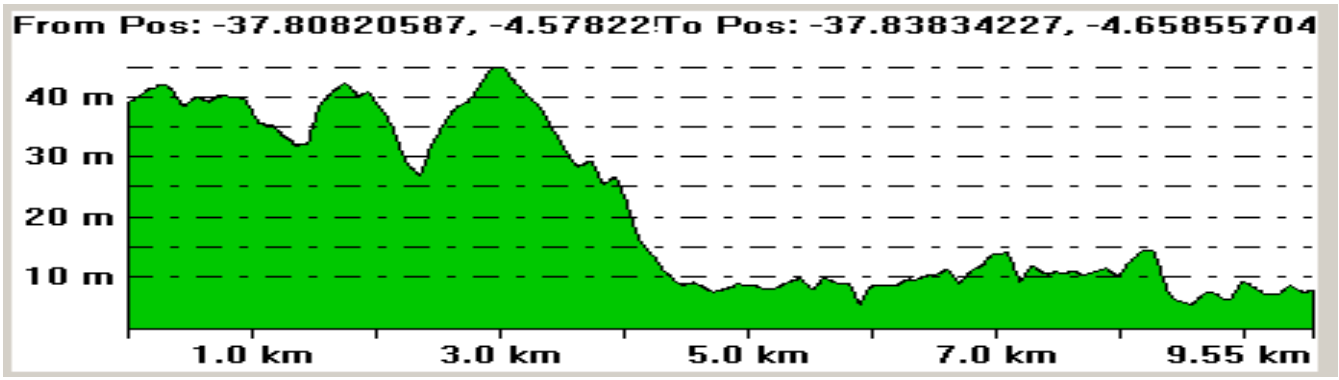


Figura 7.2: relevo da região do projeto.

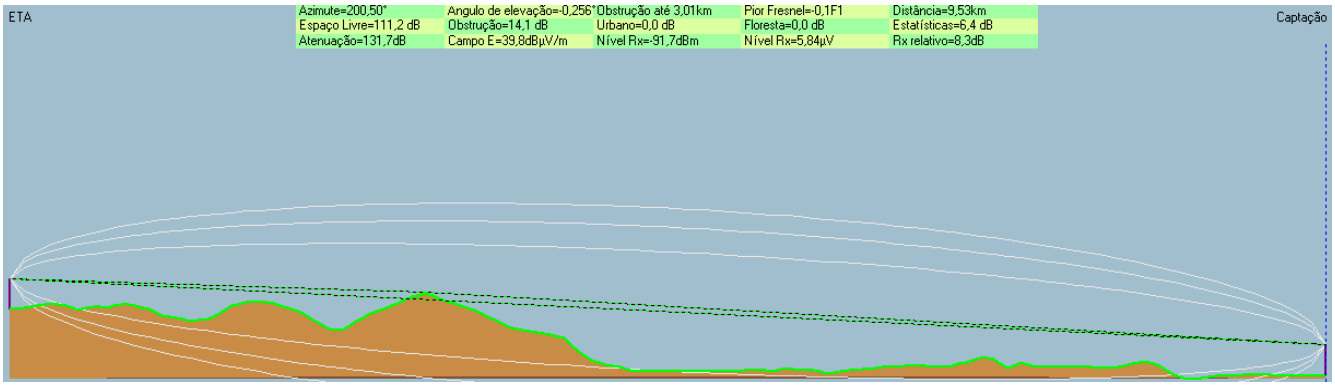
Foi feita a opção de utilização de estruturas (torres) mais baixas para os elementos irradiantes (antenas). Desde que se garanta uma boa qualidade do enlace, esta solução têm as seguintes vantagens:

- Maior facilidade de manutenção;
- Menores riscos nas ocasiões de eventuais procedimentos de manutenção;
- Menor custo da estrutura;
- Menor custo de transporte e instalação;
- Menor custo do cabo para a antena;
- Menores perdas no cabo da antena.

A distância do enlace de rádio entre a Captação e a **ETA** é em torno de 9,55 km e tem uma variação de altitude de 40 m como pode ser verificado no perfil do terreno (conforme mostrado na Figura 7.3a). Na Figura 7.3b é mostrada a linha de visada e a zona de Fresnel considerando-se que serão utilizados postes de 14 m como torres.



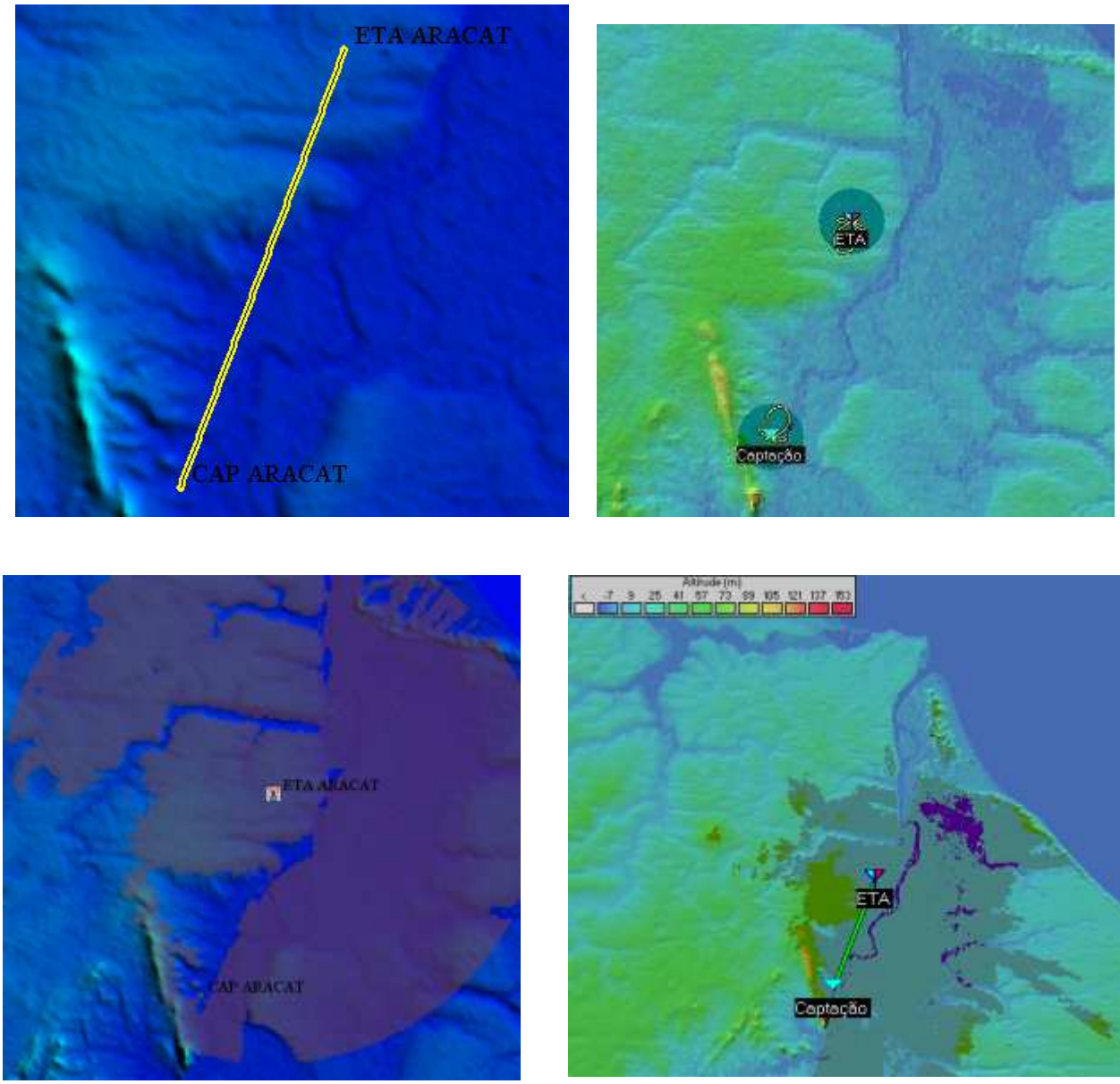
(a)



(b)

Figura 7.3: Enlace entre a Captação e a ETA 1. a) perfil da ETA para captação e b) linha de visada e a zona de Fresnel

Apesar da atenuação provocada pela obstrução a 3 km da **ETA**, este enlace terá boa qualidade devido à desobstrução de boa parte do "fluxo de energia" da elipsóide de Fresnel e graças ao fenômeno de difração na aresta superior do obstáculo. Na Figura 7.4b é mostrado a área de cobertura do sinal.



(a) (b)

Figura 7.4: Visada do enlace entre a ETA e a Captação a) Cobertura visual (Visada) e b) Cobertura do sinal

A Figura 7.4a mostra uma pequena falha na visada provocada pela obstrução, porém a qualidade do sinal é garantida pelo demonstrativo da cobertura do sinal (Figura 7.4b) e do gráfico de distribuição de potência mostrado na Figura 7.5.

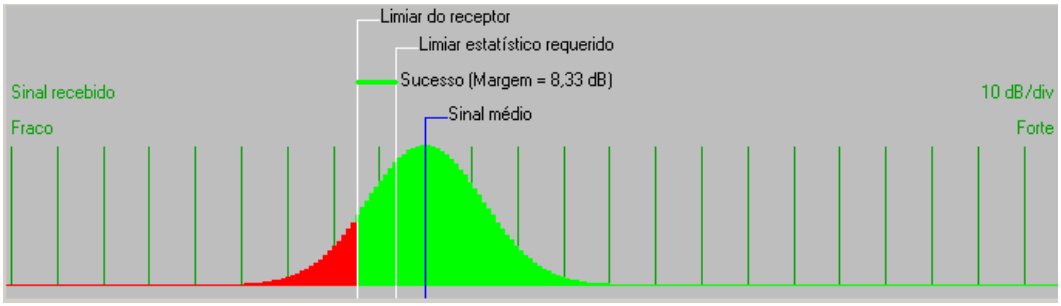


Figura 7.5: Distribuição de potência do sinal

Os dados essenciais resultantes da simulação via software são os seguintes:

- Azimute em relação o Norte Verdadeiro = 200,50° (Az imute do Norte Magnético = 221,97°);
- Ângulo de elevação = -0,2562°;
- Modo de propagação é difração, obstrução única a 3 km;
- Ganho do sistema da ETA até Captação é 140 dB (Antena Yagi em 200,5°);
- Ganho do sistema de Captação a ETA é 140 dB (Antena Yagi em 20,5°);
- Sinal bom - potência S4 (*signal strength meter);*
- A pior recepção é de 8,3 dB de sinal, encontrado em 70% das situações.

Os estudos foram feitos considerando torres (postes) de 14 m, contudo as antenas da UTR-2 poderão ser instaladas em cima do REL, desde que os rádios fiquem dentro de um quadro com as proteções especificadas em anexo e instalado na plataforma intermediária do REL. Os resultados dos enlaces dos rádios deverão ser ainda melhores. Ver visada (área rósea) na Figura 7.6. Na tabela 1 são relacionados os pontos onde serão realizados os enlaces de rádio.

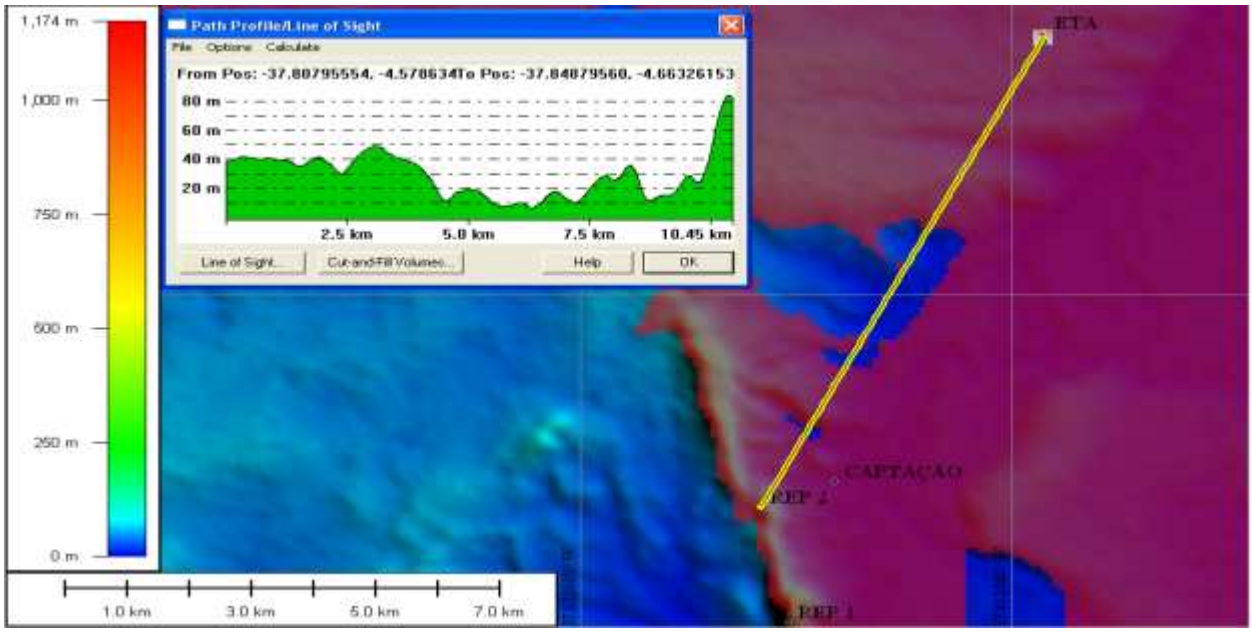


Figura 7.6: Visada para antena instalada no REL.

Tabela 1: enlaces de rádio.

DISTÂNCIA ENTRE PONTOS E DIREÇÃO MAGNÉTICA LINK ARACATI							
PONTO 1			PONTO 2			Declinação Magnética:	21
Descrição	Latitude UTM	Longitude UTM	Descrição	Latitude UTM	Longitude UTM	Distância Entre P1 e P2 (m)	Direção da Antena (Graus Mag.)
CAPTAÇÃO	9.484.953	628.868	ETA	9.493.890	632.276	9.565	**222**
REPETIDORA 2	9.484.452	627.688		9.493.890	632.276	10.494	**227**

8. DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E PROGRAMA APLICATIVO

A seguir serão descritos os principais componentes para automação do sistema de captação de água de Aracati, com os requisitos e as diretrizes técnicas que devem ser seguidos de modo a atender as especificações e necessidades do projeto. Estes requisitos abrangem os subsistemas que compõem a automação, no que diz respeito aos equipamentos, programas, telas do aplicativo da **IHM** principal e detalhamento da comunicação sem fio (*wireless*). As soluções tecnológicas de *hardware*, *software* não poderão ter características exclusivas nem utilizar protocolos proprietários. A seguir serão apresentados os principais componentes do sistema.

8.1 UNIDADES TERMINAIS REMOTAS - UTR

A estação elevatória da captação e a estação elevatória de Pedregal serão controlados por Unidades Terminais Remotas – **UTR** baseadas em Controlador lógico programável (**CLP**), rádio-MODEM, fontes auxiliares, proteções contra surtos (**DPS**), borneiras, canaletas, *no-break* (UPS de corrente contínua – entrada 24 Vcc e Saída 24 Vcc) e demais acessórios do painel para o perfeito funcionamento do sistema. Ver especificações técnicas detalhadas do painel, DPS, *UPS*, antena, rádio-MODEM, CLP, etc. no anexo 02.

O quadro de automação das câmaras será semelhante aos da UTR-01 e UTR-02, porem não será utilizado rádio-MODEM.

Todas as entradas, tanto de alimentação elétrica quanto de dados analógicos, serão protegidas contra surtos de tensão de origem externa.

Os equipamentos das **UTRs** serão acomodados em quadros metálicos, providos de porta frontal com fecho e um sensor para indicação de abertura de porta. As **UTRs** das estruturas de controle serão do tipo auto-portante, montagem sobreposta à parede. A entrada de cabos nas UTRs será pela parte inferior.

O encaminhamento da fiação interna ao painel será feito através de canaletas em PVC rígido, com recortes laterais e tampas, dimensionadas com previsão de expansão futura, e serão organizadas considerando-se os níveis e a natureza de sinal de cada circuito e possuirão código de cores conforme normas e padrões NBR.

No ambiente onde será instalada a UTR-01 e onde estão as bombas de captação, deverão ser instalados sensores de presença e câmeras IP, conectadas a rede através do switch da UTR, que por sua vez está conectado ao rádio modem da estação. Deverá ser fornecido e instalado um software de gravação no servidor da Cagece localizado em Itaiçaba.

8.2 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS – CLP

Deverão ser utilizados controladores industriais, todos com relógio em tempo real e com reservas de entradas e saídas, analógicas e digitais, maior que 20%.

Serão utilizados Controladores Lógicos Programáveis (**CLPs)** tipo compactos voltados para aplicações de pequeno e médio porte, com duas portas seriais. Uma porta compatível com o protocolo aberto industrial (MODBUS-RTU ou PROFIBUS-DP) e a outra TCP-IP Ethernet.

Os controladores deverão utilizar um software de programação em conformidade com a norma internacional IEC 61131-3. Ver especificações técnicas detalhadas dos **CLP**s no Anexo 01.

Os CLPs deverão ter uma reserva mínima de 20 % de suas entradas e saídas (digitais e analógicas).

O controlador da UTR-02 deverá ser capaz de implementar um supervisório do tipo web-server, e esse supervisório deve estar disponível para ser acessado através de um web browser conectado em qualquer ponto da rede.

8.3 SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO

Esta especificação tem como objetivo, estabelecer os requisitos técnicos para o fornecimento do Sistema de Transmissão de Dados (STD) para comunicação entre remota UTR-1 e a estação remota Principal (UTR-2) e entre a UTR-2 e o roteador da CAGECE em Itaiçaba, abrangendo, as especificações do Sistema de Rádio e das Antenas.

O sistema de automação utilizará rádios e linhas físicas como meios de transmissão de dados, respeitando a arquitetura de comunicação constante no item 5. As **UTR**s deverão poder se comunicar entre si e com dispositivos eletrônicos inteligentes (**IED**) utilizando protocolos digitais não proprietários através do protocolo TCP-IP/Ethernet.

Será utilizado para a transmissão e recepção de dados entre as UTRs um sistema baseado em rádio-MODEM, capaz de transmitir não somente dados de processo, mas todas as informações que assegurem a confiabilidade do pacote dos dados transmitidos além de imagens da unidade de controle. Serão utilizados rádios operando em espalhamento espectral (spread spectrum) na freqüência entre 902 e 928 MHz, com proteção contra erros de transmissão com a codificação de segurança – CRC (Cyclic Redundancy Check) de 16 Bits.

A topologia da região favorece a utilização de rádios de baixas potências (configurável entre 100 mW e 1 W) com antenas com ganhos e tipos apropriadas à localização da estação. Serão utilizadas antenas Yagi entre a UTR-2 e UTR-1 e antenas semi-parabólica entre a UTR-2 e o Roteador em Itaiçaba.

8.4 PROGRAMA APLICATIVO DA IHM PRINCIPAL

O Programa aplicativo da **IHM principal** será composto por telas com a função de interface homem-máquina, indispensáveis à operação e gerenciamento do sistema. Esta IHM armazenará os históricos e alarmes do sistema, por um tempo mínimo de três meses. As seguintes telas deverão fazer parte do escopo de fornecimento:

- Entrada do sistema - Apresentação;
- Menu principal;
- Visão geral do sistema;
- Tela de alarmes;
- Estações;
- Menu de relatórios;
- Diagnóstico de falhas;
- Histórico de alarmes e eventos;
- Telas de *login /logout*;
- Tela cadastro e troca de senha.

8.4.1 Apresentação

A tela de apresentação mostrará uma foto (por exemplo) do sistema e uma solicitação de nome do usuário e respectiva senha para permitir a operação do sistema.

8.4.2 Menu Principal

Esta tela fará a chamada dos nos seguintes itens/telas:

- Visão geral do sistema;
- Estações – UTRs;
- Histórico de Alarmes;
- saída do sistema.

8.4.3 Visão geral do sistema

Esta tela mostrará uma visão de todo o **Sistema de automação**, indicando, através de animações e *bargraphs*, os valores de nível dos reservatórios, vazão e pressão das adutoras e o status de operação das bombas. Através de um “click” do mouse sobre uma determinada UTR, uma nova tela se abrirá mostrando todos os detalhes daquela unidade, assim como permitirá a configuração dos *setpoints* de nível, pressão, vazão, e o modo de operação das bombas.

Além das telas principais apresentadas, deverão ser elaboradas as seguintes telas secundárias:

- Tela de visualização de cada UTR;
- Tela de visualização de cada Estação de bombeamento;
- Tela de visualização de cada reservatório.

A seguir serão apresentadas informações gerais de uma estação e específicas do sistema como uma referência básica dos relatórios a serem propostos:

- Nível de reservatório: referências de escala, limites de alarme, volume total, etc.;
- Vazão: médias horária e diária, totalizações do volume horário, diário e mensal, etc.;
- Pressão: referências de escala, limites de alarme,;
- Motor-bomba: estado de operação, *time-out* para comando, alarmes de estado, acúmulo de tempo de funcionamento (horímetro virtual), etc.
- Desempenho dos equipamentos de aquisição e tratamento de dados e dos canais de transmissão de dados.

Estas telas têm como função permitir ao operador supervisionar e operar as remotas e seu layout deve basear-se no P&I de cada. Deverão apresentar o gráfico do processo incluindo a sinalização de todos os equipamentos. Deverão também apresentar o valor de todas as variáveis que estão sendo medidas, tais como, vazões, níveis, etc., e todas as variáveis que estão sendo calculadas, tais como volume de água nos reservatórios, volume de água recalcado, etc.

As seguintes operações estarão disponíveis aos operadores através desta tela:

- Ajuste dos níveis operacionais;
- Partir e parar equipamentos, quando em operação manual remoto;
- Abrir e fechar válvulas, quando em operação manual remoto;
- Ajustar *set-points*, saída, local/remoto, etc., dos equipamentos;
- Determinar o rodízio para operação dos equipamentos.

8.4.4 Tela de Histórico de Alarmes

A tela de histórico de alarmes possibilitará o resgate dos alarmes ocorridos a partir da data corrente até uma determinada data. Os conteúdos desta tela também serão configuráveis, com a possibilidade de separação dos alarmes por classes, categorias ou chaves de seleção. Apresentará recursos para paginação, seleção e eliminação de alarmes, direcionamento para impressora ou arquivo.

Permite a observação de mensagens de alarmes ativos referentes às falhas ocorridas no processo, com respectivas datas e horários, assim como a observação de mensagens de falhas solucionadas.

8.4.5 Tela de Login/Logout

Esta tela será acessada por um botão localizado na Tela de Menu Principal, e deverão ter os campos para o usuário se "*logar"* no sistema (nome do usuário, senha) e o botão *logout.*

Logo que o usuário "*logar"* aparecerá uma mensagem de "Usuário (nome do usuário) *logado*".

Quando o usuário clicar em *logout*, imediatamente irá para a tela de Entrada do Sistema e ficará registrado na Tela de Eventos.

8.4.6 Tela de Medições Individuais para cada UTR:

É um conjunto de telas onde o operador pode visualizar todas as variáveis analógicas de cada UTR. A primeira tela é a das medições on-line, e conterá os seguintes campos: data (dia/mês/ano) e hora (hora/minuto/segundo).

A segunda tela é a tela das médias horárias conterá data (dia/mês/ano) e hora (hora). A terceira e última tela é a dos valores das medições diárias devem conter apenas a data (dia/mês/ano).

8.4.7 Tela de Senhas e Cadastros

Permite que sejam cadastrados todos os usuários do sistema e suas respectivas senhas.

É a tela em que o supervisor do sistema faz o gerenciamento das senhas dos usuários, determinando restrições de acesso a determinadas telas para os usuários do sistema.

As telas de ajuste de set-points de alarmes das variáveis analógicas e o botão de confirmação para ajuste dos parâmetros dos controladores devem ter acesso restrito aos supervisores (estas telas estão propostas neste documento).

Serão previstos no Sistema quatro níveis de programação de acesso. Os níveis de acesso controlarão quais parâmetros podem ser modificados nas telas de operação e quais os módulos do software supervisório e do sistema operacional podem ser ativados.

A Troca de Senha será acessada através da Tela de Menu Principal e permite somente ao usuário "logado" realizar a troca de sua senha. Deve conter os seguintes campos e botões:

- Senha antiga;
- Senha nova;
- Confirma senha;
- Botão "Confirma";
- Botão "cancela".

Logo que o usuário clicar no botão "Confirma" para trocar a senha, deve aparecer uma mensagem de "**Senha trocada com sucesso"**.

9. SERVIÇOS DE INSTALAÇÃO

A instalação dos equipamentos especificados faz parte do escopo de fornecimento. O escopo de fornecimento em regime de empreitada por solução técnica e preço global engloba e não se limita aos seguintes serviços:

- Reuniões Técnicas com a equipe da **CAGECE**;
- Lançamento de cabos de controle e de alimentação elétrica incluindo os seguintes serviços: identificação, fixação e ligação com todos os acessórios de instalação, tais como: terminais, anilhas de identificação, abraçadeiras para chicote, prensa cabos, etc.
- Instalação, montagem, modificação, inspeção e condicionamento de painéis incluindo suas interligações elétricas com os cabos de alimentação e sinais de campo;
- Montagem, instalação, condicionamento, teste e interligação de todos os instrumentos com emissão de certificados de calibração;
- Especificação técnica hardware e software dos itens que deverão compor a solução ofertada;

- Elaboração do projeto executivo e *as-built* das instalações com desenhos de montagem e fabricação dos equipamentos, devendo seus documentos serem revisados conforme a necessidade;
- Desenvolvimento Software Aplicativo das **UTR**s para atendimento das condições estabelecidas nas Diretrizes operacionais
- Desenvolvimento programa aplicativo para a IHM principal para atendimento das condições estabelecidas nas Diretrizes operacionais;
- Testes de equipamentos em fábrica, quando for ocaso;
- Testes de aceitação em campo;
- Partida do sistema e período de operação assistida;
- Documentação de todo equipamento e programa fornecido;
- Garantia e suporte técnico;
- Certificação de registro no CREA

9.1 CONDIÇÕES GERAIS

A seguir serão relacionadas algumas condições gerais para realização dos serviços:

- Todos os desenhos complementares necessários à execução dos serviços em pauta serão de responsabilidade da empresa executante dos serviços;
- A supervisão técnica dos serviços deverá exercida por um técnico que será responsável por todos os serviços a serem executados de acordo com o contrato. Não será admissível a condução dos serviços sem a permanência desse profissional à sua frente;
- Todos os materiais necessários à montagem, integração e pré-operação do sistema serão de fornecimento da contratada;
- Caberá a contratada o fornecimento de máquinas, bancadas, equipamentos, instrumental e material para completa execução dos serviços contratados. É de exclusiva responsabilidade da contratada o transporte dos materiais e equipamentos por si fornecidos até o local da montagem;
- A contratada deverá fornecer todos os equipamentos de proteção individual (**EPI**) a todos os seus empregados bem como, garantir o uso contínuo durante a permanência no local dos serviços;
- Todo o cabeamento deverá ser subterrâneo através de eletrodutos em PVC rígido e caixas de passagem. No caso da necessidade de utilização de tubulações aparentes, devem ser previamente aprovadas pela fiscalização da obra;
- Todas as ferramentas e instrumentos necessários à execução dos serviços serão fornecidos pela empresa contratada para execução, em quantidade que atenda às necessidades da obra no prazo e qualidade dos serviços.

9.2 ATERRAMENTO

Será escopo da contratada a instalação do sistema de aterramento de todas as partes metálicas e dispositivos de proteção contra surtos das UTRs.

A contratada deverá realizar medições da resistividade do solo para projeto e execução do aterramento de formas a obter uma resistência de terra menor que 10 Ohms.

9.3 EQUIPAMENTOS RESERVAS

A empresa contratada deverá fornecer no mínimo os seguintes equipamentos reserva:

- 1 CLP conforme especificações;
- 1 modulo serial, conforme especificações;
- 1 modulo de entrada analógica conforme especificações;
- 1 modulo de entrada digitais, conforme especificações;
- 1 *switch* ethernet industrial, conforme especificações;
- 1 UPS CC conforme especificações;
- 2 bateria seladas, conforme especificações
- 1 IHM conforme especificações;
- 1 Fonte conforme especificações;
- 1 rádio-MODEM conforme especificações;
- 5 DPS conforme especificações;
- 5 para-raios de baixa tensão conforme especificações.

10. TESTES

Após a instalação os equipamentos serão energizados e testados em campo e serão realizados os testes operacionais simulados. Para realização dos testes, deverão ser observadas as seguintes prescrições:

- Todos os equipamentos deverão ficar ligados por um mínimo de 6 horas consecutivas antes do inicio dos testes;
- Todas as verificações serão registradas em planilhas de testes previamente elaboradas;
- Os testes serão conduzidos em sequência contínua dos estágios de operação. Se a sequência for interrompida, independente de motivo, deverão ser repetidos tantas vezes quanto necessário, até sua realização integral;
- Na realização dos testes, os equipamentos deverão operar continuamente, pelo menos durante 24 (vinte e quatro) horas;

- Durante a realização dos testes, deverão ser registrados em planilhas os resultados obtidos, os quais serão incorporados ao manual do equipamento;
- Os testes de aceitação no campo seguirão os mesmos procedimentos de testes de aceitação na fábrica.

Caso seja constatada alguma anormalidade, aA empresa executora deverá se comprometer a saná-la de imediato.

O sistema será considerado aceito em definitivo, após um período de testes sem falhas de no mínimo 30 dias corridos.

Após a instalação do equipamento no campo, cada subsistema será submetido a um teste funcional, simulando diferentes condições de nível no sistema hidráulico. O teste será integrado com equipamentos fornecidos por outros fornecedores (**CCM**s), visando verificar a operação adequada do conjunto.

11. GARANTIA

A garantia deverá cobrir todos os equipamentos fornecidos, contra toda e qualquer avaria não decorrente de fatores externos que extrapolem as condições desta Especificação Técnica. Deverá cobrir ainda todos os programas aplicativos das **UTR**s e aplicativo de supervisão desenvolvido pelo Proponente.

Durante a vigência da garantia, os materiais e serviços necessários para a reparação dos dispositivos defeituosos, correrão por conta do proponente.

Qualquer falha de projeto, que venha a ser constatada e que implique no mau funcionamento das unidades de Controle, deverá ser sanada pela executora, no prazo máximo de 30 dias.

A garantia deverá constar em um termo para assegurar que os equipamentos e serviços , sejam cobertos contra quaisquer defeitos de projeto, fabricação, montagem e desempenho quando em uso normal e manutenção pelo prazo mínimo de 18 (dezoito) meses contados da data de entrega, ou 12 (doze) meses do início de sua operação, prevalecendo a situação que ocorrer primeiro.

12. ASSISTÊNCIA E SUPORTE TÉCNICO

Durante o período de garantia, todos os equipamentos as partes defeituosas deverão ser trocadas, sem nenhum custo extra. Neste caso, o fornecedor deverá arcar com todas as despesas e realizar novos testes de campo para constatar o bom funcionamento da unidade de controle. A assistência e suporte técnico deverá constar os seguintes itens:

- Assistência técnica e manutenção;
- Atualizações de versões de softwares;
- Atualização tecnológica, mediante a divulgação contínua e freqüente de informações técnicas e operacionais de interesse, abrangendo softwares, projetos implantados, novidades e tendências.

O fornecedor deverá possuir uma equipe própria para prestar assistência técnica especializada durante a montagem, partida, aceitação final, período de garantia e durante o período de vida útil dos equipamentos, estimada em 10 anos.

O fornecedor, quando solicitado pelo cliente, prestará assistência técnica no campo, durante o período de garantia. O prazo máximo para atendimento será de 48 horas.

13. CRONOGRAMA DE FORNECIMENTO

O Fornecedor deverá apresentar Cronograma de Fornecimento, com dia zero correspondendo à data da assinatura do contrato de fornecimento ou ordem de serviço, contemplando pelo menos as seguintes atividades:

- Detalhamento do projeto – hardware, software, instalação, especificação funcional, etc.;
- Fabricação e montagem dos equipamentos;
- Desenvolvimento do software que se fizer necessário;
- Pré-testes dos equipamentos em fábrica;
- Entrega dos manuais;
- Entrega da documentação de testes em fábrica;
- Entrega da documentação do treinamento;
- Treinamento de hardware;
- Treinamento do software;
- Testes de aceitação em fábrica;
- Embalagem e despacho;
- Instalação;
- Pré-testes dos equipamentos em campo;
- Testes de aceitação em campo;

14. DOCUMENTAÇÃO

A empresa executora deverá entregar dentro dos prazos apresentados no Cronograma de execução e aceitos pela **CAGECE**, toda a documentação técnica necessária referente aos equipamentos e programas fornecidos. A documentação deverá ser apresentada em português, e deverá ser composta de: Manual de Instalação, Operação e Manutenção de maneira a possibilitar o total conhecimento dos produtos.

A documentação de Software deverá abranger, no mínimo, os seguintes tópicos:

- Descrição funcional detalhada de todo o software implantado nas **UTR**s;
- Documentação detalhada referente às ferramentas de desenvolvimento de aplicativos do usuário. Deve conter a descrição das bibliotecas disponíveis, as chamadas para o sistema operacional, exemplos de implementações, etc.;
- Manual detalhado para o usuário dos softwares de testes, manutenção e configuração, contendo descrição detalhada para sua instalação, da sua estrutura e da utilização de seus recursos.

Todos os manuais elaborados pela empresa executora deverão possuir identificação baseada em nome, revisão, volume, edição e datas, além de explicações sobre as simbologias adotadas.

Toda documentação deverá ser organizada de forma a permitir fácil reprodução, modificação ou atualização e deverá estar sob controle de mudanças ou revisões. Neste caso, as novas páginas ou páginas modificadas deverão vir acompanhadas de instruções sobre sua inserção nos manuais.

A empresa executora deverá fornecer o projeto de construção e montagem das **UTR'**s, devendo o mesmo ser aprovado pela equipe de fiscalização antes da sua montagem. Após aprovação em caráter definitivo, de toda documentação, a empresa executora deverá fornecer um jogo completo em papel de toda documentação técnica e uma cópia com todos os documentos disponíveis em meio eletrônico, inclusive o projeto completo como construído (*As-Built).*

15. TREINAMENTO

O treinamento sobre o Sistema de Autromação deverá prever transferência de conhecimento das funcionalidades dos equipamentos e programas, incluindo os processos de comunicação e obtenção de informações pelas **UTR'**s e seu envio para a IHM principal, desenvolvimento de aplicativos do usuário, etc.

Outras considerações sobre os treinamentos:

- Os treinamentos deverão ser ministrados em português, por instrutores que além de profundo conhecimento dos assuntos abordados, possuam boa didática;
- Pelo menos 15 dias antes do início do treinamento, o PROPONENTE deverá fornecer sumário do programa e material didático a ser utilizado, em português propondo datas, horários e local para a sua realização;
- Reproduzir o material didático utilizado para fins de treinamentos internos posteriores;
- Os treinamentos deverão ser baseados nas documentações definitivas;

Os cursos de treinamento serão ministrados nas dependências da Cagece, correndo por conta da executora todas as despesas de transporte de seu pessoal e de todos os materiais necessários.

O projeto prevê um treinamento das equipes de operação e de manutenção do sistema, contemplando os *softwares* dos **CLP'**s, dos rádios-modem, e os demais equipamentos e instrumentos agregados ao sistema. Para tal deverá ser disponibilizado um instrutor, que deve distribuir todas as fases do treinamento previsto e a operação assistida.

O treinamento a ser ministrado deve possibilitar à equipe técnica da EMPRESA tornar-se auto-suficiente na instalação, configuração, operação, manutenção e expansão de todo o *hardware* e *software* ofertado. O treinamento deve abranger o conhecimento dos módulos eletrônicos e dos programas e será constituído de aulas expositivas e práticas. A PROPONENTE deverá utilizar diversos recursos, como projetores e utilizar equipamentos similares aos utilizados no sistema de automação da ETA Aracati, de modo que os treinamentos serão essencialmente práticos e focados nas soluções aplicadas.

O curso de operação e manutenção deve compreender os seguintes módulos:

- Descrição funcional e operacional detalhada das UTR's;
- Utilização do terminal de programação e carregador de programas do CLP utilizado;
- Descrição técnica do sistema e equipamentos;
- Manutenção preventiva;
- Manutenção corretiva;
- Uso das **IHM**s;